Die wachsbereitenden Organe bei den gesellig lebenden Bienen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Marburg

vorgelegt

von

Louis Dreyling

aus Herreden, Provinz Sachsen.

Marburg

1905.


DEMCO
LIBRARY SUPPLIES

Die wachsbereitenden Organe bei den gesellig lebenden Bienen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Marburg

vorgelegt

von

Louis Dreyling

aus Herreden, Provinz Sachsen.

Jena.

Verlag von Gustav Fischer.

1905.

Von der philosophischen Fakultät als Dissertation angenommen am 22. Februar 1905.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. E. KORSCHELT.

Separat-Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 22. Abt. f. Anatomie. 1905.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. SPENGEL in Gießen.
Verlag von GUSTAV FISCHER, Jena.

Lebenslauf.

Geboren am 11. Mai 1864 zu Herreden im Kreise Nordhausen als Sohn des Lehrers Ludwig Dreyling, evangelischer Konfession, besuchte ich vom 6.—14. Jahre die dortige Volksschule und nach genügender Vorbereitung das Seminar zu Eisleben. Das Zeugnis für die provisorische Anstellung konnte mir im März 1885, das für die definitive im Mai 1887 ausgestellt werden. Als Lehrer war ich $2^1/_2$ Jahre in Sundhausen und bis zum Herbst 1895 in Nordhausen tätig. In demselben Jahre unterzog ich mich mit Erfolg der Mittelschullehrerprüfung in Mathematik und Naturwissenschaften und erhielt darauf hin eine Anstellung an der höhern Mädchenschule in Marburg. Am 22. Februar 1905 bestand ich das Examen rigorosum an der hiesigen Universität.

Die wachsbereitenden Organe bei den gesellig lebenden Bienen.

Von

L. Dreyling.

(Aus dem Zool. Institut in Marburg.)

Mit Tafel 1–2 und 1 Abbildung im Text.

Inhaltsübersicht.

A. Honigbiene.

A. Honigbiene.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte der Bienen, ihrer Organe und deren Funktionen hat sowohl der Wissenschaft als auch den Bienenzüchtern äußerst interessante und lehrreiche Einblicke in das Leben und Treiben dieser dem Menschen so nützlichen Insecten gestattet. Die zahlreichen Untersuchungen sind in theoretischen und der Praxis dienenden Werken niedergelegt, weshalb auch die Literatur über die Bienen eine reiche und vielseitige ist. Gleichwohl ist eine Anzahl von Organen noch recht unvollkommen bekannt; zu ihnen gehören ganz besonders die für die Wachsbereitung bestimmten Organe. Die ersten Untersuchungen über sie liegen länger als ein Jahrhundert zurück, und die spätern Beobachtungen, den letzten vierzig Jahren entstammend, sind in weniger bekannten Schriften oder in Veröffentlichungen über andere Insecten niedergelegt, da sie nur vergleichsweise angestellt wurden. Bevor ich daher auf die Organe der Wachsbereitung selbst zu sprechen komme, möchte ich einen kurzen historischen Überblick des über die wachsbereitenden Organe bekannt Gewordenen geben.

I. Geschichtliches.

Daß die Bienen das Wachs aus ihrem Körper ausscheiden und nicht von den Pflanzen herbeischaffen, ist nach v. Berlepsch's Angaben zuerst von Martin John beobachtet worden. Im Jahre 1691 gab dieser „Ein

Neu Bienenbüchel“ heraus, worin er die Wachsabscheidung folgendermaßen beschreibt: „Das Wachs tritt durch die zu beiden Seiten des Unterleibes der Arbeiterin befindlichen Falten oder Einschnitte in Form kleiner feiner länglich-runder, wie Glimmer aussehender Blättchen hervor.“

Ein halbes Jahrhundert später machte der Pfarrer HORNBOSTEL (1744) aus Hamburg dieselbe Entdeckung. Im zweiten Bande der Hamburger vermischten Bibliothek vom Jahre 1744 veröffentlichte er seine Beobachtungen unter dem Titel: „Neue Entdeckung, wie das Wachs von den Bienen kömmt, mitgetheilet von Melittophilo Theosebasto (Pseudonym)“. Darin teilt er aus „eigener sicherer Erfahrung“ mit, wie er schon vor zwanzig Jahren die Hervorbringung des Wachses an den Bienen beobachtet habe. Er tue es jetzt in der Vermutung, es werde den „kuriösen Naturforschern, und insonderheit den Bienenliebhabern, nicht unangenehm sein“, wenn er ihnen Gelegenheit gebe, selbst den Augenschein davon zu nehmen. Danach besitzen die Bienen unter dem Leibe kleine „Klappen“, die ähnlich wie die Fischschuppen übereinander liegen und so eine Anzahl Fächer bilden, in welchen ovale, dünne Scheiben weißen Wachses sichtbar sind. Sie kommen in den verschiedensten Stärken vor; bei manchen Bienen sind sie so stark, daß sie unter den Schuppen hervorragen und die Bienen ganz verunstalten. Schon öfter hatte er die Wachsscheibchen in den Stöcken, wo die Bienen eifrig bei der Arbeit des Wabenbaues waren, liegen sehen, nun wußte er auch, woher sie kamen. Weiter hatte er eine größere Anzahl Wachsplättchen gefunden, die bald mehr oder weniger angebissen oder nur noch in ganz kleinen Stückchen vorhanden waren. Daraus zog er den ganz richtigen Schluß, daß die Bienen davon ihr „Gehäuse“ bauen, indem sie mit den „Kneipen am Kopfe“ ein Stück nach dem andern von den Plättchen abbeißen, nacheinander ankleben und dann mit dem Saugrüssel glattstreichen. Endlich glaubt er, wenn auch nicht mit völliger Gewißheit, behaupten zu dürfen, daß das Wachs aus dem Nahrungssaft der Bienen in ähnlicher Weise wie das Fett abgesondert werde. Sicher sei, daß die Bienen am eifrigsten an den Wachsscheiben arbeiten, wenn sie Honig sammeln oder reichlich damit gefüttert werden. Besonders bemerkenswert ist noch, wie HORNBOSTEL schon das eigentliche Wachs von dem sogenannten Vorwachs, der Propolis, unterscheidet. „Die klebrige Materie“, sagt er, „ist weder Wachs, noch kann sie Wachs werden. Sie wird mit den Freßzangen von den Knospen der Birken, Erlen, Espen und Tannen abgenagt.“

Fast zu den gleichen Resultaten gelangte ganz unabhängig von ihm auch JOHN THORLEY (1744), der in demselben Jahre ein Buch über Bienenzucht herausgab. Er konnte sogar genauere Angaben über die Zahl der bei einer Biene vorkommenden Wachsplättchen machen, denn wiederholt entdeckte er Bienen, die innerhalb der „Falten“ unter dem Körper nicht weniger als sechs und in einem Falle sogar acht Wachsplättchen trugen.

Gleich HORNBOSTEL nennt auch der berühmte JOHN HUNTER (1792) das Wachs eine Fettausscheidung nach außen. Er fand ebenfalls, daß es zwischen den Schuppen des Unterleibs ausgeschieden wird. Die Schuppen oder ihr hinterer Rand sahen dann doppelt aus; doch ließ sich leicht

feststellen, daß die Plättchen nicht fest, sondern lose saßen. Im übrigen stehen Hunter's Beobachtungen bezüglich der Vollständigkeit denen von Hornbostel und Thorley sehr nach.

Die Nachricht von der Entdecknng der Wachsplättchen durch den Pfarrer Hornbostel gelangte später an den französischen Forscher Bonnet, der durch Réaumur's Forschungen über die Bienen auch zum Studium derselben angeregt war. Er war jedoch von der Réaumur'schen Ansicht, wonach die Bienen das Wachs von den Blüten sammeln sollten, so sehr überzeugt, daß er nicht einmal eine Nachuntersuchung anstellte. Aus demselben Grunde ließ auch Huber (1793), noch von Bonnet's Autorität beeinflußt, die ganze Sache auf sich beruhen. Im Jahre 1793 fand er aber gelegentlich anderer Untersuchungen die Wachsplättchen unter den Bauchringen der Arbeitsbiene. Er sah sie paarweise unter jedem Segment in kleinen, besonders geformten „Taschen“ rechts und links der „Bauchkante“ angeordnet, fand sie aber nicht unter den Ringen der Drohnen und Königinnen, bei denen die Bildung dieser Teile ganz abweichend ist. Es besitzen also die Arbeitsbienen allein das Vermögen, Wachs auszuscheiden.

Huber hat seine umfangreichen und gründlichen Forschungen in einem zweibändigen Werke über die Honigbiene niedergelegt, das heute noch wissenschaftlichen Wert besitzt. Huber's Ergebnisse sind etwa folgende: Er beschreibt zunächst die ventralen Segmentpartien der Arbeitsbiene — ich werde sie im Folgenden immer kurz als Ventralplatten bezeichnen — und die Art ihrer Verbindung, auch gibt er eine Zeichnung von je einem solchen Teile der Arbeitsbiene, Königin und Drohne. Die vordern Hälften der Ventralplatten, auf welchen die Wachsplättchen ausgeschieden werden, bezeichnet er als Grundflächen. Auf diesen entdeckte er bei jeder Biene insgesamt acht Wachsplättchen, von denen er ebenfalls eins beschreibt und abbildet. Danach bilden die Wachsplättchen dünne Lagen von weißem Wachs, sind aber auch oft so dick, daß sie unter den Schuppen hervorragen.

Huber's irrtümliche Annahme, daß die vier mittlern der sechs Ventralplatten die Wachsplättchen abscheiden, ist zwar schon von Dönhoff, Claus und Carlet berichtigt, wird aber noch bis auf den heutigen Tag in mehreren Büchern über Bienenzucht wiederholt. Zwischen den Taschen, in denen die Wachsplättchen abgeschieden werden, und dem Innern der Biene entdeckte er keine direkte Verbindung und nahm daher ganz richtig an, daß das Wachs durch die gelben Grundflächen hindurchschwitze.

Auf seine Anregung hin untersuchte Frl. Jurine die „Membran der Wachstaschen“ und fand dasselbe mit einem Netz von sechseckigen Maschen überkleidet, von dem sie vermutete, daß es in Beziehung zur Wachsabscheidung stände. Am besten konnte sie dieses Netz bei den bauenden Bienen beobachten. Sie fand es aber nicht bei den Drohnen, bei den Königinnen dagegen mit wesentlichen Modifikationen. Am Abdomen der Hummeln entdeckte dann Huber ebenfalls ein Netz mit sechseckigen Maschen.

Mit welcher Begeisterung Huber arbeitete und welchen Wert er selbst seinen Untersuchungen über Wachsbereitung zuschrieb, erhellen

seine Schlußworte zu diesem Abschnitt: „Die Entdeckung der Wachsplättchen, ihrer Taschen und ihrer Ausschwitzung muß in der Geschichte der Bienen Epoche machen, . . . sie ist der Eckstein zu einem neuen Gebäude."

Auf Grund zahlreicher Versuche konnte er später feststellen, daß die Bienen immer neue Waben bauten, wenn ihnen Honig in ausreichender Menge gegeben wurde. Durch besonders erdachte Vorrichtungen gelang es ihm endlich noch, die Art und Weise der Verarbeitung der Wachsplättchen beim Wabenbau zu studieren.

Die HUBER'schen, resp. JURINE'schen Entdeckungen, die ganz im Gegensatz zu den Vermutungen RÉAUMUR's stehen, wurden zuerst durch die Untersuchungen seines Landsmanns LATREILLE (1822) bestätigt. Da sie, abgesehen von einer etwas genauern Beschreibung der „Wachstaschen", jedoch nicht wesentlich Neues bieten, will ich nur seine auf negativem Wege erbrachten Beweise anführen. Er betont nämlich, daß man in der Natur kein Gewächs finde, das einen dem Wachs ähnlichen Körper enthalte, außerdem fehlten den Bienen jegliche „Instrumente", womit sie die „Wachsschuppen" zwischen die Ringe ihres Körpers schieben könnten. Auffällig sei auch noch, wie man die „Wachsschuppen" nur bei den Bienen finde, die sich gewöhnlich nicht aus dem Stocke entfernen.

G. R. TREVIRANUS (1829) hat das Verdienst, auf die HORNBOSTEL'sche Arbeit gebührend hingewiesen zu haben. Sie erschien nämlich in der schon erwähnten Hamburger Zeitschrift, deren Inhalt — sie behandelt hauptsächlich religiöse Fragen — durchaus nicht eine solche Arbeit vermuten läßt. Nachdem TREVIRANUS den Inhalt dieser Abhandlung in ziemlich ausführlicher Weise wiedergegeben hat, bringt er seine eignen Beobachtungen und nimmt dabei auch auf die HUBER'schen Arbeiten mehrfach Bezug. Er beschreibt die Ventralplatten bei den drei Geschlechtern, die Wachsplättchen und ihre Taschen, ohne wesentlich Neues zu bieten. Von einem Netz mit sechseckigen Zellen kann er im Gegensatz zu Frl. JURINE bei der Arbeitsbiene nichts entdecken. In einer zweiten Arbeit kommt er noch einmal auf die unterscheidenden Merkmale der drei Geschlechter zu sprechen und beschreibt bei dieser Gelegenheit die oben genannten Teile etwas genauer, sonst aber in ähnlicher Weise wie früher. Aus seinen Ausführungen geht hervor, daß ihm fortwährend Verwechslungen zwischen der bei vielen Insekten vorkommenden polygonalen Felderung des Chitins und den tatsächlich vorhandenen sechseckigen Zellelementen unterlaufen; dazu bleibt er bei dem Irrtum HUBER's stehen, wonach die vier mittlern Ventralplatten das Wachs abscheiden sollen.

Die kurzen Notizen über die Wachsbereitung von BRANDT u. RATZEBURG basieren ganz und gar auf den Befunden des TREVIRANUS. Doch möchte ich erstere nicht unerwähnt lassen, da sie öfter interessante Citate der ältern Autoren anführen.

Da man wohl die Wachsplättchen, aber nicht die Mündungen von besondern Drüsen entdecken konnte, nahm v. SIEBOLD (1848) an, „daß sich das Wachs auf der äußern Oberfläche der zarten Verbindungshäute der Bauchschienen durch einen Durchschwitzungsprozeß von innen her ansammele".

Dieser Ansicht war auch Dönhoff (1855) zuerst, überzeugte sic dann aber aufs bestimmteste, daß die vier letzten Ventralplatten die Wach abscheidung besorgen. So kommt also dabei das zweite Segment ga nicht, wohl aber noch das sechste Segment in Betracht. An den Ventral platten unterscheidet Dönhoff gleichfalls das aus sechseckigen Zelle gebildete Häutchen, welches leicht löslich in Kalilauge ist und darun nicht zum „Skelet" (Chitin) gehört, und alsdann eine gelbe Membran, da Chitin.

Die von Hornbostel ausgesprochene Ansicht, daß den Bienen zu Wachsbereitung Honig in genügender Menge zur Verfügung stehen müsse war schon durch Huber's Versuche als richtig erwiesen worden. Gundelach (1842), v. Berlepsch (1854) und Dönhoff (1861) suchten späte durch zahlreiche Fütterungsversuche den Nachweis zu erbringen, in welchem Gewichtsverhältnisse die gegebenen Honigmengen und die produzierten Wachsmassen stehen. Ihre Resultate, sowie auch die von spätern Beobachtern sind jedoch zu verschieden, als daß sich ein sicheres, allgemein gültiges Urteil abgeben ließe.

Einen großen Fortschritt hinsichtlich des Studiums der wachsbereitenden Organe bietet die zwar kleine, aber inhaltsreiche Arbeit von Claus (1867). Sie ist die erste, die den feinern Bau dieser Organe berücksichtigt. Mit Hilfe sehr starker Vergrößerungen entdeckte Claus auf den zarten polygonalen Feldern der gelben Chitinhaut eine dichte Punktierung, welche nach seiner Ansicht auf das Vorhandensein zahlreicher Porenkanälchen hinweist.

Die schon Huber bekannte Membran mit den sechseckigen Zellen untersuchte Claus ebenfalls genauer und fand, daß sie aus palisadenförmig nebeneinander stehenden Zylinderzellen gebildet sei. Diese Zellen erreichen bei den wachsbereitenden, also im Stock an den Waben bauenden Bienen eine beträchtliche Höhe, während sie bei den Flugbienen auf eine ganz geringe Dicke reduziert sind. Jene Membran hält Claus zweifellos für das Organ der Wachsbereitung.

Bei den Hummeln, die ebenfalls, wenn auch in geringem Maße, Wachs abscheiden, ist das ausscheidende Organ nach Claus in ähnlicher Weise gebildet. Doch breitet es sich bei ihnen über das ganze Segment, also auch über die dorsale Hälfte aus. Die gemachten Beobachtungen weisen darauf hin, „daß die wachsbildenden Drüsenzellen nichts als mächtig entwickelte, nach Form und Leistung modifizierte Partien der Hypodermis sind".

Der von Claus vertretenen Anschauung pflichtet auch Paul Mayer (1892) bei; rücksichtlich des Vorkommens von Poren drückt er sich jedoch sehr skeptisch aus. Es steht ihm außer Zweifel, „daß das Wachs durch das Chitin hindurch muß", aber von Poren in irgend einer Form hat er selbst bei sehr starken Vergrößerungen an den dünnsten Schnitten nichts entdecken können. Im übrigen ist er der Erste, der eine Zeichnung von den Ventralplatten, senkrecht zur Längsrichtung durchschnitten, bringt und hier auch die Lage und Form der Drüsenzellen andeutet.

Endlich sei noch die Arbeit v. Carlet (1890) erwähnt. Er gibt eine genauere Abbildung der „Wachsmembran", wie sie von der Fläche betrachtet erscheint, und führt an der Hand derselben aus, wie jede der

sechseckigen Zellen deutlich einen in der Mitte gelegenen Kern und rings um denselben ein körniges Plasma erkennen läßt. Die genannten Arbeiten von Dönhoff und Claus scheinen ihm nicht bekannt gewesen zu sein, denn er hebt ausdrücklich hervor, daß entgegen der bisherigen Annahme der Schriftsteller nicht die vier mittlern, sondern die vier letzten Ventralplatten das Wachs abscheiden.

II. Methode.

Hinsichtlich der angewendeten Methoden kann ich mich kurz fassen, da sie von den üblichen kaum abweichen. Als Konservierungsflüssigkeit wurde vorwiegend die Zenker'sche Lösung verwandt. Die Färbung mit dem gewöhnlichen Hämatoxylin erwies sich insofern sehr brauchbar, als die damit hergestellten Schnitte klarer und übersichtlicher als die mit Eisenhämatoxylin oder Boraxkarmin behandelten waren. Als Einbettungsmaterial bewährte sich am besten immer das härteste Paraffin. Um die Lageverhältnisse der Segmente zueinander und ihre Verbindung genauer studieren zu können, wurden Sagittalschnitte durch die ventrale Seite des Abdomens, durch das ganze Abdomen und endlich auch durch die ganze Biene in großer Zahl angefertigt.

Da es außerdem darauf ankam, die Chitinteile mit den angrenzenden Zellpartien unversehrt zu erhalten, konnten für diese Zwecke keine macerierenden oder erweichenden Substanzen verwendet werden. Für den Kundigen bedarf es daher wohl kaum eines Hinweises, wie schwierig derartige Schnitte, auch wenn nur kleinere Teile untersucht werden sollen, anzufertigen sind.

Beim Schneiden von größern Körperpartien oder des ganzen Körpers kam die Härte des Chitins recht zur Geltung, denn oft war schon nach wenigen Schnitten das Messer schadhaft geworden, was sogleich ein Verschieben und Zerreißen der betreffenden Teile im Gefolge hatte. In den meisten Fällen hatte auch das Bestreichen der Schnittflächen mit Mastix wenig Erfolg. Bessere Erfahrungen machte ich dagegen mit der Hoffmann'chen Methode, wobei die Objekte vor der Einbettung in Nelkenöl und danach in eine Mischung von Nelkenöl und Collodium (Verhältnis etwa 1 : 1) gebracht werden.

Viel leichter gelingen die Schnitte natürlich, wenn die betreffenden Teile erst längere Zeit der Einwirkung von Kalilauge oder des Eau de Javelle ausgesetzt sind. Nur zu leicht werden dann aber die dem Chitin anliegenden organischen Teile angegriffen.

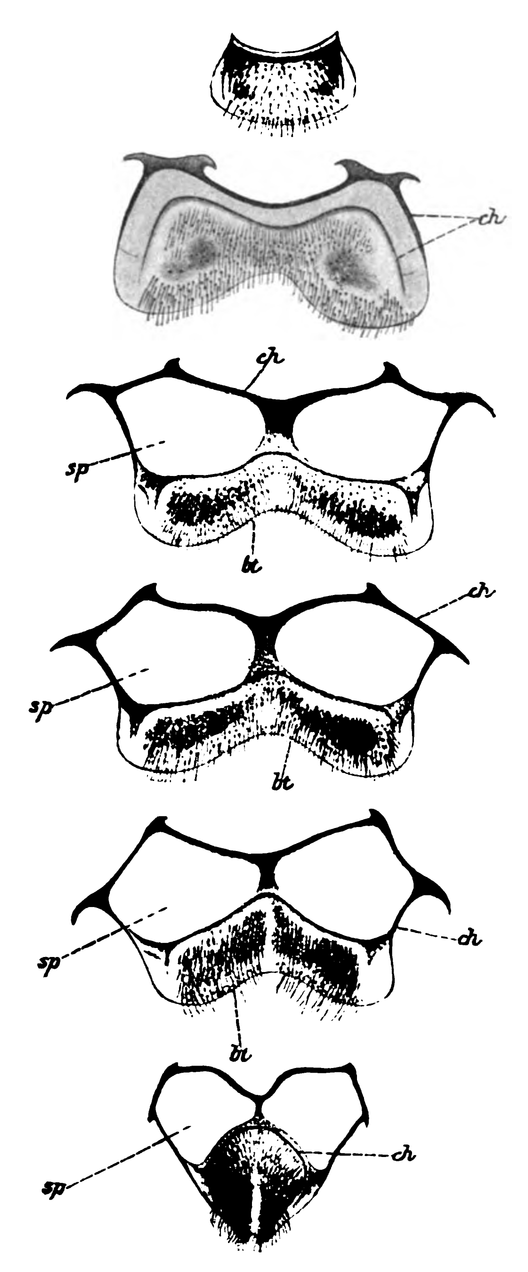


Fig. A. Die sechs Ventralplatten einer Honigbiene auseinandergelegt und von der ventralen Seite aus gesehen. 9:1.
sp Spiegel. *ch* Chitinleisten. *bt* Behaarter Teil.

III. **Bau der Abdominalsegmente nebst Spiegeln.**

a) Beschreibung der Spiegel und behaarten Teile an den Ventralplatten.

Wie von den genannten Autoren schon genügend hervorgehoben ist, besitzt nur die Arbeitsbiene die Fähigkeit der Wachsabscheidung, und zwar liegen die betreffenden Organe an der Ventralseite des Abdomens. Bei der ausgebildeten Arbeitsbiene besteht das Abdomen aus sechs Segmenten, deren verhältnismäßig große und stark gewölbte dorsale Hälften seitlich weit über die mehr flach liegenden ventralen hinweggreifen. Die Verbindung beider Teile erfolgt wie bei allen Insecten durch weichere, mehr oder weniger chitinisierte Häute, wie sich auch Muskeln zwischen ihnen ausspannen.

Meine Beschreibung beginne ich mit dem hier wichtigsten Teil, den Ventralplatten, und gebe zwecks besserer Orientierung in der Textfig. A zunächst eine Abbildung derselben. Sie zeigt die sechs Ventralplatten auseinandergelegt und von der ventralen, also Außenseite gesehen. Durch längeres Einlegen in Kalilauge macerierten die anhaftenden Muskeln, Tracheen und Verbindungshäute so weit, daß die Form der Ventralplatten durch vorsichtige Präparation genau dargestellt werden konnte. Je nach der Varietät der Bienen zeigt die gelbe Grundfarbe des Chitins durch Einlagerung von dunklen Farbstoffen eine größere oder geringere Differenzierung, deren Abtönungen aus der Zeichnung ersichtlich sind. Da bei der nordischen Biene die Ablagerung jener Farbstoffe in größerm Maße stattfindet, ist sie bedeutend dunkler als die Italiener Biene gefärbt.

Von den sechs Ventralplatten ist die vorderste am kleinsten und in Rücksicht auf Farbe und Behaarung am wenigsten differenziert. Da wo die dorsale Hälfte auf die beiden seitlich gelegenen Teile derselben übergreift, fehlt jedwede Behaarung, was übrigens auch bei jedem folgenden Segment der Fall ist. Die dorsalen und ventralen Teile des ersten Segments sind fest miteinander verbunden und, wie aus Taf. 1, Fig. 1a ersichtlich ist, nach vorn zu einander stark genähert, so daß für den Übergang der Organe aus dem Thorax in das Abdomen eine verhältnismäßig kleine Öffnung bleibt.

Den nun folgenden fünf Ventralplatten (siehe Textfigur) ist zunächst das gemeinsam, daß die dicken Chitinleisten (*ch*), welche sie umgrenzen, seitlich und vorn in je zwei hakig gebogene, spitze Fortsätze auslaufen. Diese Fortsätze sind die Anheftungsstellen kräftiger

Muskelbündel, von denen die lateral entspringenden sich an die dorsalen Segmenthälften, die vordern dagegen an die vorangehenden Ventralplatten anheften.

Am zweiten Segment springen vorn zunächst zwei annähernd parallel verlaufende Chitinleisten (*ch*) in die Augen. Die hintere Leiste grenzt den nach vorn gelegenen dünnen und glatten von dem nachfolgenden behaarten Teil (*bt*) deutlich ab.

Die vier letzten Ventralplatten zeigen hinsichtlich ihrer Differenzierung eine weitgehende Ähnlichkeit; in der Gestalt aber stimmen nur die drei erstgenannten überein; die letzte weicht durch ihre Herzform erheblich davon ab. Bei jeder Platte sind die beiden Chitinleisten in der Mittellinie des Körpers am meisten genähert, lateral dagegen divergieren sie allmählich bis zu dem Seitenrand, mit dem sie sich schließlich zu einem einheitlichen Rahmen vereinigen. Dieser Chitinrahmen umschließt zwei völlig glatte Flächen (*sp*), die aus einer sehr dünnen Chitinlage bestehen. Das zwischen beiden liegende, etwas dickere und behaarte Chitinband stellt die Verbindung zwischen den beiden Chitinleisten her und ist wohl, wie schon Treviranus richtig bemerkt, als eine Steifungsvorrichtung anzusehen, die etwaige Faltungen der eben genannten Flächen verhindern soll.

Huber, der schon eine recht brauchbare Abbildung einer Ventralplatte gibt, nennt die glatten Flächen Grundflächen; Treviranus bezeichnet sie als Wachsplatten, und bei Cowan finde ich den Ausdruck „Spiegel“ dafür. Leider habe ich nicht feststellen können, ob er diese Bezeichnung zum erstenmal gebraucht oder einem Autor entlehnt hat. Jedenfalls finde ich den Ausdruck „Spiegel“ sehr zutreffend, denn tatsächlich sind diese beiden Flächen spiegelglatt und etwa wie frische Gelatineplättchen glänzend. Da diese Bezeichnung außerdem am wenigsten zu einer Verwechslung führt, werde ich sie im Folgenden immer anwenden.

Wie schon Dönhoff, Claus und Carlet richtig erkannt hatten, sind nun die an jedem der vier letzten Ventralplatten paarig vorhandene Spiegel (*sp*) diejenigen Teile des Abdomens, welche für die Wachsabscheidung in Betracht kommen, denn auf ihnen finden sich die später noch zu beschreibenden Wachsplättchen. Ich werde noch an verschiedenen Stellen den Nachweis führen können, daß nur die Ansicht der letztgenannten Autoren die richtige sein kann.

An die vordere Hälfte, welche die Spiegel trägt, schließt sich auch bei den vier letzten Ventralplatten eine dicht mit Haaren besetzte dickere Chitinlage als hintere Hälfte (*bt*) an, die keiner Aus-

steifung bedarf und daher keine besondere Chitinleiste aufweist. Die vorn stehenden Haare sind hier klein und ungefiedert, nach hinten zu aber werden sie länger und lassen eine zierliche Fiederung erkennen. Die Behaarung setzt sich auch noch ein Stück auf das oben erwähnte Chitinband zwischen den beiden Leisten fort.

Schließlich erwähne ich noch ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen den Spiegeln und den behaarten hintern Hälften der Ventralplatten, das schon bei oberflächlicher Betrachtung in die Augen fällt, aber, wie sich später noch ergeben wird, leicht zu Ver- Verwechslungen Anlaß geben kann. Alle Autoren, welche die chitinöse Körperdecke der Insecten genauer studiert haben, konstatieren eine ungleichmäßige Beschaffenheit derselben, die sich in schuppenähnlichen Gebilden, eigentümlichen Wülsten, dachlukenartigen Wölbungen usw. zeigt und einen zelligen Aufbau des Chitins vermuten läßt (siehe z. B. Leydig, Zum feinern Bau der Arthropoden).

Bei der Arbeitsbiene findet sich auch eine unregelmäßig polygonale Felderung, und zwar ist sie am deutlichsten ausgeprägt an den behaarten Teilen sämtlicher Segmente sowie an den die Spiegel trennenden Chitinbändern. Die Spiegel dagegen sind völlig glatt; niemals ist es mir gelungen, eine Spur obiger Felderung wahrzunehmen. Die oben erwähnten Umrahmungen der Spiegel in Form der dicken Chitinleisten (*ch*) gehen jedoch nicht unvermittelt in die glatten Spiegelflächen über, denn rings um dieselben bemerkt man noch einen schmalen Saum einer immer schwächer werdenden Felderung, deren letzte Begrenzungslinien blind auslaufen.

An Längsschnitten beobachtet man, daß die Spiegel leicht in die Umrahmung eingesenkt sind, wodurch gewissermaßen die Form für die hier ausgeschiedenen Wachsplättchen gegeben ist. Charakteristisch für das zweite Segment ist noch, daß hier die zwar schmale, aber völlig kahle vordere Chitinhälfte gleichfalls die besagte Felderung, wenn auch in schwächern Umrissen, zeigt und so schon äußerlich als für die Wachsabscheidung ungeeignet erscheint.

b) Ventralplatten der Königin und Drohne.

Rücksichtlich der Ausbildung der Spiegel bei der Königin und Drohne kann ich mich kurz fassen, da beide darin eine große Ähnlichkeit erkennen lassen. Weder bei der Drohne noch bei der Königin kommt es zur Ausbildung eigentlicher Spiegel, auch fehlt hier die verbindende Chitinleiste. Zwar lassen sich in beiden Fällen

je eine vordere und hintere Hälfte an den Ventralplatten unterscheiden, aber die Behaarung setzt sich auch über die erstgenannte Hälfte in größerm Umfange fort, und weiter weisen alle Teile die polygonale Felderung auf.

c) Verbindung der Segmente untereinander (Wachstaschen).

Bevor ich nun erörtere, wie das Wachs von den innern Organen auf die Außenseite der Spiegel gelangt, muß ich noch die Frage beantworten, wo und in welcher Weise das ausgeschiedene Wachs bis zur Verwendung aufbewahrt wird. Bei allen Insecten sind bekanntlich die Segmente am Abdomen so angeordnet, daß das vorangehende Segment mit seinem Hinterende ein Stück des nachfolgenden Segments überdeckt. Bei der Honigbiene sind nun, wie Taf. 1, Fig. 1a zeigt, die Segmente sehr weit ineinander geschoben, wodurch die zarten Spiegelflächen der Ventralplatten ausreichend geschützt sind. Da die erste Platte verhältnismäßig klein ist, kann sie die zweite nur teilweise decken, und so würden deren seitlich gelegene Teile ganz frei liegen, wenn nicht die dorsalen Segmenthälften weit übergriffen. In ähnlicher Weise werden auch die übrigen ventralen Teile — wie schon früher erwähnt — durch die dorsalen überdeckt, was am besten an einem Querschnitt in die Augen fällt (Taf. 1, Fig. 1b). Die dachziegelartig übereinander liegenden Segmente können nun leicht gegeneinander verschoben werden, was, wie ja ausreichend bekannt, durch zweckmäßig angebrachte Muskelbündel bewirkt wird. Die normale Lage der Segmente wird aber stets wieder durch elastische Verbindungshäute, die sogenannten Gelenkhäutchen (*vh*), hergestellt. Schon Hornbostel hatte beobachtet, daß die Bienen unter dem Leibe „kleine Klappen" hätten, die wie Fischschuppen übereinander lägen und eine gleiche Anzahl kleiner Fächer bildeten; sehr zutreffend ist auch Huber's Vergleich, wenn er sagt, daß die Segmente durch eine weiße Haut wie die beiden Teile einer Brieftasche untereinander verbunden seien.

Spätere Autoren lassen sich nicht speziell darüber aus, daher sind auch die von ihnen gezeichneten Sagittalschnitte durch ein Insect ganz und gar schematisch gehalten. So erscheinen z. B. bei der Leuckart'schen Abbildung von dem Abdomen der Bienenkönigin die Segmente einfach ineinander gesteckt. Graber (1877), der öfter Sagittalschnitte durch ein ganzes Insect gibt, berücksichtigt dabei die Verbindungsweise auch nicht genauer. Dagegen fand ich bei Janet

eine gute Zeichnung von einem Sagittalschnitt durch die hintere Abdominalpartie von *Myrmica rubra.* Danach scheint die Verbindung der Segmente untereinander eine ganz ähnliche wie bei der Honigbiene zu sein. Im Folgenden möchte ich nun meine Beobachtungen, die ich namentlich dem Studium von Sagittalschnitten durch zwei benachbarte Segmente verdanke, hier mitteilen. Wie schon gesagt, deckt der behaarte Teil einer Ventralplatte stets den Spiegel der darauffolgenden. An den Sagittalschnitten (Taf. 2, Fig. 3), erkennt man nun, wie von dem nach hinten mit scharfer Kante auslaufenden behaarten Teil (*bt*) im vordern Drittel sich ein dünnes Chitinhäutchen ablöst, das im Schnitt als ein schmales Band mit paralleler Schichtung erkennbar ist. Dieses Band setzt sich an das Vorderende des nachfolgenden, ihm also gegenüber liegenden Spiegels an und stellt so die Verbindung zwischen den beiden Ventralplatten her, so daß tatsächlich eine kleine, nur nach hinten zu offene Tasche gebildet wird. Durch geeignete Färbung dieses weißen Verbindungshäutchens erkennt man auch seine Struktur genauer. Die vorn gelegene Schicht wird stets von der hier sehr niedrigen Hypodermis (*h*) gebildet, deren Kerne meist deutlich zu erkennen sind. Sie scheidet nach hinten zu eine chitinisierte Hautlage (*vh*) ab, die besonders bei ältern Bienen wieder mehrfach geschichtet erscheint. Beide Häute sind verhältnismäßig weit zwischen je zwei Ventralplatten geschoben, wodurch dann auch die leichte Beweglichkeit derselben gegeneinander erklärlich wird.

d) Dorsalteile der Segmente.

In ähnlicher Weise ist nun auch die Verbindung zwischen den dorsalen Segmenthälften hergestellt, wie Taf. 1, Fig. 1a ebenfalls erkennen läßt. Auffallen wird zunächst, daß es bei diesen Hälften niemals zu einer Scheidung in einen behaarten und einen Spiegelteil kommt; sie zeigen überall eine deutliche Behaarung. Dementsprechend ist auch nur eine einzige Chitinleiste vorhanden (im Längsschnitt als Knoten sichtbar), die stets in der Nähe des Vorderrandes liegt und so den voraufgehenden Segmenthälften eine sichere Stütze bietet. Eine solche ist hier deshalb notwendig, weil der hintere Rand dieser Teile stets etwas zugespitzt und infolgedessen dünner ist. Jedenfalls wird durch eine derartige Lagerung der Chitinleiste die Gefahr des Zusammendrückens von außen beträchtlich verringert.

Um bezüglich der Verbindung der Segmente untereinander zu

sichern Resultaten zu gelangen, dehnte ich meine Untersuchungen auch auf die nächsten Verwandten der Bienen aus, wenigstens soweit sie mir zur Verfügung standen. Bei den Hummeln konnte ich die Anheftungsweise und Schichtung der verbindenden Häute teilweise noch besser als bei den Bienen nachweisen, während bei den kleinen *Andrena-* und *Halictus*-Arten dieselben schwerer zu verfolgen waren.

e) Sinneshaare an den Segmenten.

Am Schluß dieses Teils möchte ich endlich noch die Beobachtungen — obgleich etwas abseits gelegen — erwähnen, die ich gelegentlich meines genaueren Studiums der Segmente machen konnte. Schon früher erwähnte ich, daß die hintern Segmenthälften nach vorn zu mit kürzern und einfachen, nach dem Ende zu jedoch mit längern und gefiederten Haaren besetzt sind. Letztere scheinen nun mit Sinnesorganen in Verbindung zu stehen, deren Form ganz an derartige Organe erinnert, wie sie Forel (nach O. vom Rath) an den Antennen der Bienen und Hummeln beobachtete. Sie unterscheiden sich jedoch dadurch von ihnen, daß sie der Chitinfläche aufliegen. In großer Menge fand ich sie an den hintern Segmenthälften. Jedes Haar sitzt immer einem flaschenförmigen Gebilde auf. Diese Flaschenform kommt dadurch zustande, daß das Chitin anscheinend an zwei korrespondierenden Stellen leistenförmige Verdickungen bildet, die sich nach vorn halsartig verengern. Bei der Arbeitsbiene sind die flaschenförmigen Bildungen verzweigt, dick und kurzhalsig, so daß ihre Form an die zum Versand der Emser Wasser gebrauchten Steinkrüge erinnert. Die Flaschen der Königin sind bedeutend kleiner und schlanker als die der Arbeitsbiene, dafür aber zahlreicher und mehr verzweigt. In der Form ähneln auch die Flaschen der Drohnen denen der Königin, hinsichtlich ihrer Größe nehmen sie jedoch die erste Stelle bei allen drei Geschlechtern ein. Die Verzweigungen liegen hier verhältnismäßig weit auseinander, daher sind diese Bildungen zum Studium auch am besten geeignet. Aus einer gemeinsamen Basis entspringen meist mehrere größere und öfter auch noch kleinere Flaschen, die am Ende des Halses eine ringförmige Verdickung ganz wie bei gewöhnlichen Glasflaschen zeigen. Jeder dieser Ringe bildet die Wandung eines das Chitin senkrecht durchsetzenden Kanals, welcher durch eine dünne und daher elastische Membran nach außen abgeschlossen ist. Die Membran

liegt ein wenig in den Kanal eingesenkt, weshalb auch das ihr aufsitzende gefiederte Haar mit seiner Basis in den Kanal hineinragt.

In die flaschenförmigen Räume sendet die Hypodermis ihre Fortsätze, wovon jeder eine Anzahl Kerne mit Kernkörperchen erkennen läßt. In der Nähe des Halses ist einer davon durch besondere Größe ausgezeichnet. Über die Funktion derartiger Gebilde sind bisher nur Vermutungen ausgesprochen. Am meisten berechtigt erscheint mir noch die Annahme, daß diese Bildungen als Tastorgane dienen. Auffällig ist, daß am letzten Segment die Flaschen gar nicht zur Ausbildung gelangt sind.

IV. Bau der Wachsdrüsen.

a) Beschreibung der Wachsdrüsen von der Fläche.

Entfernt man von der Innenseite einer Ventralplatte die dort in einer dicken Schicht ausgebreiteten Fettzellen, so bleibt den Spiegeln eine dünne, weißliche Schicht aufgelagert, die aus sechseckigen Zellen besteht (Taf. 2, Fig. 4—7). Ich will diese Zellschichten als Wachsdrüsen bezeichnen. Faßt man mit einer Nadel vorsichtig darunter, so kann man von ihnen ganze Stücke abheben.

Schon Carlet beobachtete in den Zellen der Wachsdrüsen einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen und ein körniges Plasma, wie er dies in einer Zeichnung zum Ausdruck gebracht hat. Die ganze „Membran“ bezeichnet er ganz richtig als eine solche von epithelialem Charakter. In einigen Punkten jedoch scheinen meines Erachtens die von Carlet gefundenen Tatsachen einander zu widersprechen, wenigstens wenn ich ihn bei seiner hier nicht sehr klaren Ausdrucksweise recht verstehe.

Bekanntlich löst sich das Wachs in Terpentin, Äther und Benzin. Carlet legte nun die Spiegel mit den Wachsdrüsen einige Zeit in Terpentin und Benzin und nach der Färbung in Glycerin. Alsdann fand er zwischen den Spiegeln und den Wachsdrüsen kleine Fetttröpfchen, die er für Wachs hielt. Aus dem Plasma aber sollten die Körner verschwunden sein. Angenommen das Wachs finde sich in Form kleiner Tröpfchen in den Zellen, so wird es natürlich schon nach kurzer Zeit in Terpentin und Benzin aufgelöst sein; es kann daher gar nicht mehr in Tropfenform gesehen werden. Die beobachteten Tropfen sind wahrscheinlich nichts anderes als das Glycerin, welches

alle Teile durchdrungen und sich auch zwischen den Spiegeln und der gelockerten Membran in Tropfenform angesammelt hat.

Außerdem muß ich hervorheben, daß bei meinen Untersuchungen das Protoplasma nach der Behandlung mit Terpentin und Benzin stets noch eine körnige Struktur zeigt, auch ist es mir niemals gelungen, Ansammlungen in besagter Tropfenform nachzuweisen.

Von der Fläche betrachtet bieten nun die Spiegel mit ihren sechseckigen Drüsenzellen in den verschiedenen Altersstufen der Bienen ein wechselvolles Bild, selbst unter der Voraussetzung, daß man sie gleichlange in der Farbe gelassen hat. Stammen die Spiegel von jungen, eben der Zelle entschlüpften oder nur wenige Tage alten Bienen, so bilden die Drüsen eine zusammenhängende, ziemlich stark gefärbte Protoplasmamasse, aus der die Kerne sowie die Zellmembranen nur schwach hervortreten (Taf. 2, Fig. 4).

Mit zunehmendem Alter werden jedoch die Drüsenzellen immer höher; da somit die ganze Wachsdrüse eine bedeutend dickere Lage bildet, ist auch die Tinktionsfähigkeit eine größere geworden, und es erscheinen dann diese Zellen viel dunkler; besonders die Kerne haben viel Farbstoff aufgenommen, wodurch die Kernkörperchen sehr zurücktreten (Taf. 2, Fig. 5).

Bei den ältern Bienen dagegen ist die ganze Wachsmembran stark degeneriert, was Fig. 6 der Taf. 2 zeigt. Die Degeneration äußert sich darin, daß die Zellen sehr niedrig werden und so ein typisches Plattenepithel repräsentieren. Hand in Hand geht damit eine Rückbildung der Kerne, deren Tinktionsfähigkeit stark abnimmt. Die Zahl der erst deutlich sichtbaren Kernkörperchen wird nach und nach immer kleiner, und in vielen Fällen sind die Kerne kaum mehr nachweisbar.

Vielfach trifft man bei den Untersuchungen auf Stadien, in denen überhaupt keine Kerne aufzufinden sind. Das Protoplasma bildet dann eine gleichmäßige, gekörnelte Schicht, und da, wo sich sonst die Zellmembranen befinden, erblickt man helle Streifen, die sich zu den bekannten Sechsecken zusammenschließen (Taf. 2, Fig. 7). Wegen des gänzlichen Mangels der Kerne ist man leicht geneigt, ein solches Bild dem alleraltesten und daher am meisten degenerierten Stadium entsprechend aufzufassen. Tatsächlich entsteht aber dieses Bild dadurch, daß die Drüsenzellen samt den Membranen bei der Präparation mit abgerissen wurden. Ja, es kommt gar nicht selten vor, daß ganze Gruppen von Zellen halb durchgerissen werden,

und dann hat man im Gesichtsfelde scheinbar ganz verschiedene Entwicklungsstufen.

Die Wachsdrüsen mit den sechseckigen Zellen kommen nur bei den Arbeitsbienen vor und nur da, wo die Spiegelbildung eine typische ist. Daher finden sie sich an keiner Stelle des ersten und zweiten Segments, desgleichen auch nicht über den behaarten hintern Hälften der folgenden Segmente. An diesen Stellen finden wir die sich stets gleichbleibenden, niedrigen Hypodermiszellen von unregelmäßig-polygonaler Gestalt (Taf. 2, Fig. 3 *h*). Die Kerne dieser Zellen sind meistenteils länglich-oval; ohne sie würde die dünne Hypodermis oft schwer zu erkennen sein, da nicht selten die polygonale Felderung des Chitins hier durchschimmert; irgend eine Beziehung der Hypodermiszellen zu letzterer läßt sich jedoch nicht feststellen.

b) Mangel der Wachsdrüsen bei der Königin und Drohne.

Bei den Königinnen ist an keiner Ventralplatte ein eigentlicher Spiegel zur Ausbildung gelangt, deshalb findet man auch nirgends die sechseckigen Zellen regelmäßig nebeneinander gelagert (Taf. 2, Fig. 8). Zwar kommen auch solche vor, aber die meisten sind fünfeckig und etwas in die Länge gezogen; die langovalen Kerne sind öfter etwas gekrümmt, so daß sie gar nicht selten an die Nierenform erinnern. Auch hinsichtlich der Höhe unterscheiden sich hier die Hypodermiszellen nicht von denen über den behaarten Hälften. Die Hypodermiszellen bilden demnach an allen Teilen der Ventralplatten eine sehr dünne Schicht, weshalb man auch bei tieferer Einstellung des Mikroskops die zellig-polygonale Felderung des darunter gelegenen Chitins überall deutlich erkennen kann.

c) Allmähliche Entwicklung und Degeneration der Wachsdrüsen bei der ausgebildeten Biene.

Bei den Arbeitsbienen läßt sich am besten an senkrecht zur Längsrichtung der Spiegel geführten Schnitten die allmähliche Entwicklung und Degeneration der in Drüsen umgewandelten Hypodermiszellen studieren. Claus beobachtete schon, daß das „wachsbereitende Organ“ aus palisadenförmig nebeneinander stehenden Zellen gebildet wird, welche bei den bauenden Bienen eine beträchtliche Länge erreichen. Bei den Flugbienen hingegen fand er das Wachsorgan bedeutend geschrumpft, da sich die Zylinderzellen verkürzen. Eine

Zeichnung hat er nicht beigefügt. Wichtig und besonders hervorzuheben ist aber, daß er lange vor Carlet die wachsbildenden Drüsenzellen „als mächtig entwickelte, nach Form und Leistung modificierte Partien der Hypodermis" erkannt hat.

Paul Mayer ist — soweit ich feststellen konnte — der Erste, der eine Zeichnung vom Längsschnitt durch die Ventralplatten einer Biene gegeben hat. Obgleich nur sehr einfach, entspricht sie doch im großen und ganzen den tatsächlichen Verhältnissen.

Beide Forscher scheinen indes nur kürzere Zeit ihre Beobachtungen angestellt zu haben; deshalb habe ich versucht, den ganzen Entwicklungsgang der Hypodermiszellen zu verfolgen.

An der Hand der beigegebenen Zeichnungen (Taf. 2, Fig. 9a—f), die die Entwicklung der Hypodermiszellen darstellen sollen, will ich die Verhältnisse etwas genauer schildern. Die Schnitte sind jedesmal senkrecht zur Fläche in der Längsrichtung durch einen Spiegel geführt; die Chitinleiste erscheint am Ende im Schnitt als eine knotenförmige Anschwellung (*chk*). Die Verbindung mit dem nächstfolgenden Segment ist durch den Chitinfortsatz (*chf*) auf der linken Seite ersichtlich. Rechts schließt sich die Hypodermis (*h*) mit dem behaarten Teil an.

Meine Untersuchungen begann ich an Bienen, die eben der Zelle entschlüpft waren, also den Stock noch nicht verlassen hatten. Taf. 2, Fig. 9a u. 10 stammen von einer solchen Biene. Die dem schmalen Chitinstreifen (*sp*) anliegenden Zellen charakterisieren sich durch ihre kubische Form und große, sofort in die Augen fallende Kerne. Mit zunehmendem Alter beginnen nun die Zellen der Hypodermis ihre Form wesentlich zu ändern; denn man beobachtet, daß sie an Höhe zunehmen und sich der zylindrischen Gestalt immer mehr nähern, wie Taf. 2, Fig. 9b u. 11 deutlich zeigen. An Breite nehmen dagegen die Zellen etwas ab; zugleich treten zwischen den einzelnen Zellen hyaline Zwischenräume auf, die aller Wahrscheinlichkeit nach das Secret enthalten. Auf dem folgenden Stadium (Taf. 2, Fig. 9c u. 12) — es stellt den Durchschnitt durch ein Segment im Stadium der stärksten Wachsabscheidung dar — springt der drüsige Charakter der Hypodermiszellen am meisten in die Augen. Die Drüsenzellen haben eine bedeutende Höhe erreicht und stehen wie Palisaden nebeneinander. Obgleich man die Grenzlamelle einer jeden Zelle erkennen kann, hat es den Anschein, als ob wieder eine größere Anzahl zu Gruppen vereinigt wäre.

Die einzelne Zelle zeigt hier deutlich eine faserige, mit feinen

Körnchen durchsetzte Struktur (Taf. 2, Fig. 19). Meist kann man die Fäden bis an die Enden der Zellen verfolgen. Weiter beobachtet man, wie sie an der dem Chitin zugewandten Seite nach außen ausbiegen, und so kommt es, daß die Zellen dort mit ihren Basen aneinander stoßen. Ebenso liegen sie auch an ihren entgegengesetzten Enden aneinander (Taf. 2, Fig. 12), während die mittlern Partien die schon erwähnten Zwischenräume aufweisen. Die Kerne liegen nicht genau in der Mitte, sondern der innern Seite mehr genähert.

Es könnte hier wohl die Frage aufgeworfen werden, ob besagte Zwischenräume auf eine Schrumpfung der Zellen infolge der Konservierungsweise zurückzuführen seien. Demgegenüber betone ich, daß die Zwischenräume, wie aus Fig. 9a, Taf. 2 hervorgeht, niemals bei den Drüsenzellen der jungen Bienen von mir beobachtet wurden; denn hier berühren sich die benachbarten Zellen mit ihrer ganzen Längswandung. Die Zwischenräume zeigen sich erst bei dem folgenden Stadium (Fig. 9b, Taf. 2), also an den Drüsen, die schon Wachs ausscheiden. Wie aus Fig. 9c, Taf. 2 hervorgeht, erreichen die Zwischenräume ihre größte Weite auch zur Zeit der stärksten Wachsabscheidung. Da die Drüsenzellen an ihren beiderseitigen Enden verbreitert sind und sich infolgedessen noch auf eine kleine Strecke berühren, ist ein jeder Zwischenraum rings von den Wandungen zweier Zellen eingeschlossen. Bei dem folgenden Stadium (Fig. 9d, Taf. 2), wo die Degeneration der Zelle sich bereits zeigt, lassen sie sich noch sehr gut nachweisen, wenn auch ihre Konturen nicht mehr so scharf wie früher hervortreten. Ob sie später ganz verschwinden, läßt sich schwer verfolgen, da die Zellgrenzen nicht mehr deutlich erkennbar sind und das Protoplasma eine zwar mit Kernen durchsetzte, sonst aber homogene Schicht darstellt. Die Tatsache, daß die Zwischenräume nur bei den für die Wachsabscheidung in Betracht kommenden Stadien vorhanden sind, berechtigt zu der Annahme, daß sie mit zur Struktur dieser Drüsen gehören.

Nicht unerwähnt möge bleiben, daß nach Vogt u. Yung die Hypodermis des Regenwurms eine ähnliche Zusammensetzung zeigt; denn unregelmäßig-zylindrische, allerdings membranlose Zellen wechseln mit vollkommen durchsichtigen Intercellularräumen ab.

An Fig. 9a—f u. Fig. 3, Taf. 2 läßt sich auch am besten der Nachweis führen, daß die Drüsenzellen umgewandelte Hypodermiszellen sind. Deutlich erkennt man nämlich, wie die zuerst flachen

Hypodermiszellen (*h*) sich von vorn nach hinten um die Chitinleiste (*chk*) legen, um sich alsdann an dem Spiegel rasch zu der besagten Höhe (*wdr*) zu erheben. An dem entgegengesetzten Ende des Spiegels flachen sich die Drüsenzellen ebenso rasch wieder zu der frühern Form der typischen Hypodermiszellen ab, um dann auf den hier im scharfen Winkel gebogenen behaarten Teil (*bt*) überzugehen.

Fig. 9d u. 13, Taf. 2 zeigen Schnitte von Bienen, die im Spätherbst dem Stock entnommen wurden. An ihnen ist die beginnende Rückbildung der Wachsdrüsen schon deutlich wahrnehmbar.

Man erblickt an der dem Chitin abgewendeten Seite mehr oder weniger ausgedehnte Zellenkomplexe, die besonders dadurch in die Augen fallen, daß sie eine verschiedene Höhe aufweisen. Der eine Komplex hat zwar noch die Höhe der Drüsenzellen, wie sie zur Zeit der stärksten Wachsabscheidung beobachtet wurde, aber die bereits eingetretene Rückbildung ist unverkennbar.

Die Zellgrenzen heben sich weniger scharf ab und verschwinden endlich in halber Höhe oder später gänzlich. Jedenfalls erreichen sie die innere Wandung nicht; unter dieser breitet sich dagegen eine gleichmäßige, sehr feinkörnige und mit Vacuolen durchsetzte Protoplasmamasse aus, die den ganzen Komplex abschließt.

Taf. 2, Fig. 9e stellt einen Schnitt von einer nachweislich ältern, sogenannten Flugbiene dar. Es sind bekanntlich die Bienen, welche hauptsächlich mit dem Eintragen von Honig und Pollen beschäftigt sind. An diesen Schnitten sind die Zellgrenzen nicht mehr deutlich sichtbar; der drüsenartige Charakter der Zellen ist ganz verschwunden, da sie überall gleiche Höhe zeigen; endlich sind auch die Kerne oftmals nicht mehr genau abgegrenzt. Am auffälligsten ist jedoch das in Fig. 9f u. 14, Taf. 2 dargestellte Stadium; denn die Höhe der ganzen Zellschicht ist selbst unter diejenige zurückgegangen, die sich bei jungen Bienen findet. In verschiedenen Fällen konnte ich beobachten, wie die Zellschicht noch niedriger als das anliegende Chitin war.

Kurzum, die Wachsdrüse macht den Eindruck eines verbrauchten und abgenutzten Organs. Schnitte dieser Art wurden hauptsächlich von Bienen gewonnen, die im Nachwinter aus dem Stock und im ersten Frühjahr von den Blumen abgenommen wurden. Da ich indes im Juli an ältern Flugbienen dieselben Beobachtungen machte, durfte ich vermuten, daß die Entwicklung und Degeneration der Drüsen nur von dem Alter der Bienen abhängig sei. Ich komme weiter unten darauf zurück.

Nicht unerwähnt möge bleiben, daß ich auch einige junge sowie eine alte Königin rücksichtlich der Wachsdrüsen untersuchen konnte, doch ist mir kein Höhenunterschied gegen die übrigen Teile der Hypodermis aufgefallen.

d) Entwicklung der Wachsdrüsen im Nymphenstadium.

Es lag nun sehr nahe, auch den Bau der Hypodermis in der Zeit zu untersuchen, wenn sich die Biene noch in der Zelle und zwar im Nymphenstadium befindet. Da bei der Wachsausscheidung auch das Chitin über den Drüsen eine wichtige Rolle spielt, muß ich gleichzeitig dessen Aufbau mit berücksichtigen.

Ich begann meine Untersuchungen mit solchen Nymphen, deren Augen gleich den übrigen Körperteilen noch ganz pigmentlos waren, also weiß erschienen. Sowohl auf der ventralen Seite des Abdomens als auch auf der dorsalen sind hier durch entsprechende Einstülpung der Hypodermis die sechs Segmente schon unterscheidbar. Die Hypodermis zeigt überall gleiche Stärke, ausgenommen die Stellen, an denen später die dicken Chitinumrahmungen der Spiegel gebildet werden. Da hier eine stärkere Chitinabscheidung stattfindet, sind die Hypodermiszellen höher, und da sie ferner rund um die Chitinknoten, als welche die Rahmen im Querschnitt erscheinen, stehen, so sind sie keilförmig wie die eines Brückengewölbes gestaltet. Vom Chitin selbst ist auf den entsprechenden Schnitten zuerst nur ein ganz schmaler, fast farblos erscheinender Streifen sichtbar. Deutlicher wird es schon in etwas vorgeschrittenen Stadien, auf denen die Puppenaugen eine rötliche Färbung angenommen haben; auch kommt durch eine scharfe Einbuchtung die Differenzierung des Chitins in den glatten Spiegel- und den dahinter liegenden behaarten Teil schon zur Geltung. Die Hypodermis dagegen zeigt auf den eben genannten Teilen noch annähernd gleiche Stärke. Erst auf dem folgenden Stadium — die Augen erscheinen dunkel — bemerkt man eine deutliche Verdickung der Hypodermiszellen unter den Spiegeln. Die dicht aneinander liegenden Zellen sind hier fast kubisch geworden, während sie sich unter den behaarten Teilen abgeflacht haben. Offenbar haben die Hypodermiszellen ihre wichtigste Arbeit, die Abscheidung des Chitins, der Hauptsache nach vollendet, für die spätere Wachsabscheidung beginnen sie sich nun erst an den entsprechenden Stellen zweckmäßig umzugestalten.

Bis zum Verlassen der Zelle seitens der jungen Biene macht

die Anschwellung der Drüsenzellen äußerlich kaum merkbare Fortschritte, wohl aber tritt die dem Chitin eigentümliche Färbung immer mehr hervor.

V. Poren im Chitin der Spiegel.

Zwischen den Wachstaschen und den innern Organen, die für die Wachsabscheidung in Betracht kommen, ist nun keine auffallende Verbindung zu entdecken, daher muß, wie schon Huber richtig annahm, ein Durchschwitzen der secernierten Wachsmassen durch die dünne Membran der Spiegel stattfinden. Welche Ansicht v. Siebold, Dönhoff, Claus, Paul Mayer und Carlet hinsichtlich dessen vertreten, wurde in dem geschichtlichen Teil schon dargelegt. Da die Claus'sche und Paul Mayer'sche Ansicht über das Vorhandensein der Poren einander widersprechen, ist es notwendig, die Frage nach der Möglichkeit der Poren überhaupt aufzuwerfen.

Poren sind zuerst von Leydig bei Crustaceen, Spinnen und mehreren Insecten beobachtet worden. Hinsichtlich ihrer Entstehung vertritt er in seinen verschiedenen Schriften die Ansicht, daß die Zellen schon vor der Chitinabscheidung haarähnliche Fortsätze aussenden, zwischen denen sich die Cuticularsubstanz ablagert und dabei diese Fortsätze umschließt. Nach der Abscheidung des Chitins gehen die Fortsätze ein, und an deren Stelle bleibt nun ein feiner Kanal übrig. An einer andern Stelle spricht Leydig die Ansicht aus, daß bei manchen Zellen die Porenkanäle der Cuticula schon in einem röhrigen Bau des Protoplasmas gewissermaßen vorgebildet und die Kanäle der Cuticula einfach als Fortsetzungen der Kanäle des Protoplasmas zu betrachten seien.

Ein genaueres Studium der Chitinablagerungen auf etwa vorhandene Poren ist erst in neuerer Zeit wieder aufgenommen worden.

Schneider machte besonders die Crustaceen zum Gegenstand eingehender Untersuchungen. Er konnte feststellen, daß die Crustaceen-Hülle aus kreuzweise übereinander gelagerten Schichten besteht, die hinsichtlich ihrer Färbung und der eingelagerten Stoffe eine hohe Differenzierung aufweisen. In Übereinstimmung mit Leydig fand auch er sie von feinen, dicht nebeneinander gelagerten Kanälchen durchsetzt. Da letztere sich auf allen Schnitten zeigten, kommt er zu der Auffassung, daß sie einfach eine Unterbrechung der sogenannten Kittsubstanz sind und mit zum Wesen der Struktur dieser Schichten gehören. Er schließt dies weiter daraus, daß besagte Kanälchen kein Protoplasma oder besondere Randzellen aufweisen. Obgleich

ein Zusammenhang der Kanälchen mit dem unterliegenden Gewebe nicht von ihm beobachtet werden konnte, hält er diesen jedoch in hohem Grade für wahrscheinlich.

Holmgren (1902) spricht sich zwar über das Vorhandensein von Poren nicht aus, doch ist bemerkenswert, daß er bei seinen Untersuchungen das Chitin im wesentlichen ebenso wie Leydig und Schneider aufgebaut fand.

Zugleich beobachtete er auch eine vertikale Streifung des Chitins, wodurch dasselbe gleichsam in einzelne, dicht nebeneinander liegende Säulchen zerlegt erscheint. In einem bestimmten Entwicklungsstadium konnte er sogar — es handelt sich um den Darm von *Chironomus* — Secrettropfen zwischen den Säulchen wahrnehmen. Die vertikal gestreiften, sowohl ein- wie mehrschichtigen Chitinbildungen betrachtet er als „extracelluläre Zellteile, Cilien, welche chitinisieren und durch ein chitinisches Ausscheidungsprodukt verkleben“.

Biedermann (1902) fand die Flügeldecken und andere Skeletteile der Käfer aus einzelnen Lamellen zusammengesetzt, die ihrerseits wieder aus parallel verlaufenden, dicken Fasern oder Stäben bestehen. Die Fasern zweier benachbarter Lamellen kreuzen sich rechtwinklig, wodurch es zur Bildung feiner spaltförmiger Öffnungen kommt. Da nun die Kreuzungsstellen regelmäßig übereinander gelagert sind, bedingen sie die Entstehung der die Chitinmasse durchsetzenden Porenkanälchen.

Das Vorhandensein von Poren in der Chitinhaut vieler Insecten steht also außer Zweifel, und es fragt sich nun, ob solche auch an den Spiegeln der Bienen nachweisbar sind.

Um die Poren nachweisen zu können, sind vor allen Dingen dünne und genau senkrecht zur Längsrichtung getroffene Schnitte durch das Chitin erforderlich. Wird das Chitin der Spiegel nicht senkrecht zur Fläche getroffen, so führt das gar zu leicht zu Täuschungen, denn die Zellen der anliegenden Hypodermis stehen senkrecht zur Spiegelfläche und zeigen besonders während ihrer Haupttätigkeit eine langfaserige Struktur. Bei Anwendung starker Vergrößerungen, die zur Wahrnehmung der Poren unbedingt erforderlich sind, zeigte sich nun, daß bei der geringsten Abweichung von der senkrechten Schnittrichtung die Zellfasern dem Chitin schräg aufliegen und so den Anschein von mit Farbstoff angefüllten Poren erwecken. Weicht die Schnittrichtung nur wenig von der senkrechten ab, so scheinen die Poren nur einen Teil des Chitins zu durchsetzen,

bei sehr schrägen Schnitten dagegen erreichen sie scheinbar auch das entgegengesetzte Ende. Wenn nun Schneider behauptet, daß die Poren nicht die ganze Chitinlage durchsetzen, so dürften obige von mir gemachten Beobachtungen eine Erklärung dafür geben.

Nach meinen Beobachtungen sind nun tatsächlich Poren vorhanden, sie durchsetzen in annähernd gleichen Abständen die ganze Chitinmasse und verlaufen in senkrechter Richtung zur Fläche, also parallel (Fig. 19, Taf. 2). Ihre Zahl läßt sich schwer feststellen; über einer Hypodermiszelle mögen je nach der Größe der Zellen etwa 35—50 Poren liegen; eine Fortsetzung der Protoplasmamassen in dieselben konnte ich niemals wahrnehmen, auch gelang es mir nicht, irgend welche Spuren von Wachs darin nachzuweisen, obgleich die verschiedensten Färbungsversuche angewendet wurden.

Den geschichteten Bau des Chitins konnte ich sowohl an den dorsalen, als auch den ventralen Segmenthälften beobachten. Bei den Spiegeln, die eine dünnere Chitinlage bilden, war er schwerer nachweisbar; am besten in der Nähe der Chitinleisten und an diesen selbst. In gleicher Weise sind auch die Knotenstellen am Abdomen bei *Bombus*, *Halictus* und *Andrena* aufgebaut.

VI. Biologisches über die Wachsbereitung.

a) Beschreibung der Wachsplättchen.

In den Taschen, die aus je zwei Ventralplatten und den diese verbindenden Häuten gebildet werden (Taf. 2, Fig. 3), tritt nun das Wachs in Form kleiner Plättchen zutage. Jedes Plättchen liegt dicht dem Spiegel auf, von welchem es ausgeschieden wird und weist dementsprechend auch dessen Form auf. Die beiden Wachsplättchen des letzten Spiegelpaars zeigen daher auch nicht die ovale, sondern eine mehr dreieckige Gestalt. So sind denn die Spiegel gleichsam die Formen für die Wachsmassen, während die Prägung durch die daraufliegenden Segmentpartien erfolgt. Weil vier Paar Spiegel vorhanden sind, muß die Zahl der Wachsplättchen immer acht betragen. Da Huber bereits ein Paar derselben abgebildet und außerdem auch Treviranus, Cowan und die Bienenzeitungen sich mit deren Beschreibung befaßt haben, möchte ich nur einiges ergänzend hinzufügen.

Das Vorkommen der Wachsplättchen in sehr verschiedenen Stärken berechtigt zu der Annahme, daß das ausgeschiedene Wachs

zuerst in dünner Schicht den Spiegeln aufliegt, sich dann aber durch weitere Absonderungen und Verschmelzungen allmählich verdickt. Am Rand sind die Wachsplättchen zugeschärft, was sicher darin begründet ist, daß die darunter liegenden Drüsen nach außen zu allmählich niedriger werden und dementsprechend weniger Wachs absondern können.

Bricht man ein stärkeres Wachsplättchen schräg durch, so erscheint die Bruchfläche nicht an allen Stellen gleichmäßig uneben, sondern es ragen ziemlich scharf begrenzte Schichten mehr oder weniger hervor, etwa so, als wenn man einen Stein mit schiefriger Struktur durchschlägt. Die Wachsschichten sind indes ziemlich fest miteinander verschmolzen, was ich daraus schließe, daß die Farbstoffe stets nur das ganze Wachsplättchen von außen färbten, während andernfalls sich doch ein Eindringen zwischen dessen einzelne Lagen hätte zeigen müssen.

In dem Maße, wie die Plättchen stärker werden, verlieren sie auch an Elastizität; sie werden dann jedenfalls durch die Bewegung der Ventralplatten untereinander mehr oder weniger leicht vorgeschoben und ragen dann nicht selten ein wenig aus den Taschen hervor. Die Tatsache, daß die Wachsplättchen oft in Mengen auf dem Boden der Bienenstöcke liegen, in denen fleißig gebaut wird, beweist weiter nichts, als daß sie wegen ihrer Dicke leicht herausfallen, wohl von den Bienen auch als ein lästiges, die Beweglichkeit hinderndes Anhängsel abgeschüttelt werden, wenn ihre Verwendung nicht zeitig genug erfolgen kann.

b) Beziehungen zwischen Wachsabscheidung und den verschiedenen Entwicklungsstadien der Drüsen.

Interessant ist nun, daß man zu jeder Jahreszeit, also auch mitten im Winter, bei vielen Bienen Wachsplättchen abheben kann. Ich habe zwei Jahre hindurch oft mehrere Male in jedem Monat eine Anzahl Individuen auf Wachsplättchen untersucht und in den meisten Fällen solche gefunden. Dabei waren sie rücksichtlich der Stärke allerdings ziemlich unterschiedlich; auch in den Wintermonaten fanden sich gar nicht selten Bienen mit dicken Wachsplättchen, die denen vom Sommer nur wenig nachstanden. Im Sommer natürlich, wo alle Existenzbedingungen erfüllt und zu gleicher Zeit viele jüngere Bienen beim Wabenbau beschäftigt sind, wird man eine ungleich größere Zahl von Exemplaren mit dicken Wachs-

plättchen finden. Bei anscheinend ältern Exemplaren waren sie oft so dünn, daß sie bei der Präparation jedesmal in Stückchen zerbrachen, sich leicht an andere Teile anschmiegten und so schwer aufgefunden werden konnten. Dünne Plättchen entdeckte ich aber auch mitten im Sommer, besonders bei den sogenannten Flugbienen (d. h. solchen, die Honig und Pollen einsammeln), die bekanntlich den ältern Altersstadien angehören. Die Tatsache, daß auch im Winter die Abscheidung des Wachses vor sich geht, ist übrigens nicht neu, denn Dönhoff erwähnt sie bereits in der Nördlinger Bienenzeitung vom Jahre 1855.

Um die Abhängigkeit der Wachsabscheidung von der Entwicklung der Drüsen etwas genauer verfolgen zu können, wurde Mitte Oktober ein Stock noch einmal zum Bauen veranlaßt. Die von den frischen Waben abgenommenen Exemplare trugen sämtlich Wachsplättchen von ziemlicher Stärke, und wie sich wohl vermuten ließ, befanden sich alle Drüsen in vorgeschrittener, aufsteigender Entwicklung, keine im Zustand der Degeneration.

Weiter versuchte ich auch zu ermitteln, nach wieviel Tagen etwa die ausgeschlüpften Bienen zur Wachsabscheidung befähigt seien und ließ zwecks dessen durch einen viel erfahrenen Bienenzüchter eine Anzahl kennzeichnen. In gewissen Zeitabständen wurden dann immer ein paar Exemplare herausgenommen und zur bessern Kontrolle gleichzeitig auf Wachsplättchen und Drüsenentwicklung untersucht. Dabei stellte sich wieder heraus, daß wohl Wachsabscheidung und Drüsenbau im engsten Zusammenhang stehen, doch über die Zeit der ersten Wachsabscheidung ließ sich nichts Sicheres feststellen, da die Bienen, wenigstens nach der Entwicklung der Drüsen zu schließen, sehr verschiedenen Altersstufen angehörten. Die letztere Tatsache beweist, daß es selbst dem erfahrensten Bienenzüchter schwer wird, die Altersunterschiede für eine geringe Anzahl von Tagen richtig abzuschätzen.

Es ist hier wohl am Platz, mit wenigen Worten auf die sorgfältigen Untersuchungen einzugehen, die v. Berlepsch, Gundelach und Dönhoff anstellten, um die Verhältniszahlen zwischen den gegebenen Honig- und den ausgeschiedenen Wachsmengen zu ermitteln. Zwar erbrachten sie die Beweise, daß zur Wachsabscheidung vor allen Dingen Honig in ausreichender Menge erforderlich sei, auch stellten sie mit großer Sorgfalt die Gewichtsdifferenzen vor und nach der Fütterung mit Honig, sowie die ausgeschiedenen Wachsmengen fest, aber aufgefallen ist mir, wie keiner in Erwägung ge-

zogen hat, daß die Bienen schon vor der Fütterung Wachsplättchen tragen könnten. So ist es denn auch nicht verwunderlich, daß die gefundenen Verhältniszahlen ziemlich stark differieren.

In meinen frühern Ausführungen glaube ich ausreichend dargelegt zu haben, daß die Entwicklung der Drüsen im engsten Zusammenhang mit den Altersstufen steht. Diese Tatsache habe ich benutzt, um einen Schluß auf das Alter der im Sommer ausschwärmenden Bienen zu ziehen. Von zwei verschiedenen Schwärmen, die sich an Zweigen im Garten niedergelassen hatten, entnahm ich an mehreren Stellen 21 Bienen. Bei der Untersuchung der Drüsen ergab sich, daß 14 Individuen sich in aufsteigender Entwicklung, die übrigen im Zustand der Degeneration befanden. Obgleich diese zeitraubenden Untersuchungen auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen können, so läßt sich wenigstens der Schluß ziehen, daß in einem Schwarm vorwiegend jüngere, noch lebenskräftige Bienen ausziehen.

Die Beobachtung der allmählichen Entwicklung und der darauf folgenden Degeneration der Wachsdrüsen könnte vermuten lassen, daß dieselben erneut anschwellen, so etwa, wie bei den Milchdrüsen der Säugetiere Ruheperioden mit solchen einer gesteigerten Tätigkeit abwechseln; aber bei dem verhältnismäßig kurzen Alter der Arbeitsbiene ist eine solche Tatsache sehr unwahrscheinlich, auch habe ich durchaus keine Anhaltspunkte dafür gefunden.

B. **Meliponen.**

I. Geschichtliches.

Im Gegensatz zu der Honigbiene scheiden die *Melipona*- und *Trigona*-Arten das Wachs auf der dorsalen Seite des Abdomens aus.

Nach von Buttel-Reepen's Angaben ist die Wachsabscheidung bei Meliponen zuerst von Drory beobachtet worden. Drory hatte sich zu Züchtungsversuchen 31 Völker Meliponen und Trigonen aus Südamerika kommen lassen und konnte dabei feststellen, daß das Wachs auf dem Rücken und zwar von Arbeiterinnen und Männchen ausgeschieden wird.

Wenige Jahre später wurde sie dann von Fritz Müller genauer beschrieben. Weiter sei erwähnt, daß Friese bei seinen

systematischen Bestimmungen der Meliponen immer nur „Rückenschwitzer" gefunden und neuerdings auch Silvestri die gleiche Beobachtung gemacht hat.

Beachtenswert ist ferner, daß v. Ihering erst auch das Vorhandensein von ventral gelegenen Wachsorganen vermutete. Doch schon vor einigen Jahren überzeugte er sich aufs bestimmteste, daß die Wachsabscheidung nur an den dorsalen Abdominalsegmenten vor sich geht.

II. Biologisches.

Obgleich das Urteil von so berufener Seite abgegeben wurde, dürfte eine weitere Bestätigung dieser wichtigen Tatsache nicht überflüssig erscheinen, zumal ich in der Lage bin, die wachsbereitenden Organe selbst genauer beschreiben zu können, während sie bisher überhaupt noch nicht bekannt waren.

Ich hatte Gelegenheit, zunächst zwei Species von *Melipona* resp. *Trigona* untersuchen zu können. Beide waren, wie das schon mehrfach vorgekommen ist, in einem hohlen Farbholzbaumstamm aus Südamerika nach Deutschland gelangt. Von der erstern Species stand mir nur ein einziges Exemplar zur Verfügung, weshalb von einer genauern Bestimmung abgesehen werden mußte. Die zweite Species wurde von Herrn H. Friese in Jena als *Melipona quinque-fasciata* Lep. bestimmt, und ich möchte nicht versäumen, ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Von der letztern Species ist ein ganzes Völkchen erhalten geblieben und wird von einem erfahrenen Bienenzüchter gehütet. Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Meisenheimer, dessen Vermittlung ich auch die erstgenannte *Melipona* verdanke, war es mir möglich, nicht nur das kleine Völkchen in seinem Tun und Treiben zu beobachten, sondern auch eine Anzahl Exemplare zu untersuchen.

Bezüglich der Lebensweise der Meliponen liegt schon eine Reihe wichtiger Beobachtungen vor. Die neuesten biologischen Mitteilungen v. Ihering's basieren auf zwanzigjährigen Beobachtungen, so daß ich wohl kaum etwas Neues von Interesse bieten kann. Von *Melipona quinque-fasciata* erwähne ich deshalb nur soviel, als zum bessern Verständnis des Folgenden notwendig ist.

Der Baumstamm war so durchsägt worden, daß die ursprüngliche Nestanlage größtenteils erhalten blieb. Von den Brutzellen war nichts zu erblicken, wohl aber konnten die außen liegenden gefüllten Honigtöpfe, die sich durch ihre Größe und äußerst solide

Wandungen auszeichnen, sehr gut untersucht werden. Die letzte Brut war anscheinend den Unbilden des Transports erlegen. Die Meliponen haben indes Pollen eingetragen und unter den günstigen Verhältnissen des heißen und trocknen Sommers auch wieder Brut erzeugt, so daß eine kleine Vermehrung des Völkchens konstatiert werden kann.

Die vorliegende Art von *Melipona* hat eine durchschnittliche Länge von 12—13 mm; Kopf und Thorax sind schwarz gefärbt, letzterer ist mit rostfarbigen Haaren dicht bedeckt. Das Abdomen ist gleichfalls schwarz, jedoch im dorsalen Teil, mit Ausnahme des letzten Segments, grünlich-gelb gebändert. Die Bänder liegen jedesmal in der hintern Zone der Segmentpartie, so daß eine schwarze, stark glänzende und eine dahinter gelegene gelbliche Zone unterscheidbar ist.

III. Lage und Beschreibung der Wachsplättchen.

Genannte Species konnte ich nun im Laufe des Sommers zu verschiedenen Zeiten untersuchen. Von Mitte September an mußten jedoch die Untersuchungen eingestellt werden, da sich nur noch alte Exemplare vorfanden. Das erste Mal hatte ich versäumt, die zierlichen Tierchen auf Wachsplättchen zu untersuchen. Wahrscheinlich würde ich auch keine gefunden haben, da, wie sich bei spätern Untersuchungen herausstellte, die Bienen sämtlich schon ältern Stadien angehörten. Inzwischen muß aber die frische Brut herangewachsen sein, denn im Juli, ebenso auch im August fand ich an mehreren Individuen deutliche Wachsplättchen, und zwar nur auf dem Rücken. Da die Wachsplättchen ziemlich fest aufliegen und keine allzu starken Lagen bilden, gelingt es nur selten, sie als Ganzes abzuheben. Die stärksten Plättchen lagen anscheinend immer auf den vier letzten Segmenten. Von den beiden vordern Segmenten ist das erste jedenfalls nur in ganz geringem Maße an der Wachsabscheidung beteiligt.

Am zweiten Segment konnte ich zwar meistenteils Wachs abheben, doch scheint auch hier die Absonderung nicht in gleichem Grade wie an den vier letzten Segmenten stattzufinden. Eine endgültige Entscheidung war darum nicht möglich, weil nach meinen Erfahrungen sichere Beobachtungen nur an jungen oder voll entwickelten Exemplaren gemacht werden können. Die Ausscheidung des Wachses ist immer nur auf die oben erwähnte schwarz gefärbte Zone eines

jeden Segments beschränkt, der grünlich-gelbe Teil war stets frei davon.

Es sei gleich hier bemerkt, daß deutlich ausgeprägte Spiegel, wie wir sie bei der Honigbiene finden, nicht vorhanden sind. Das polygonal gefelderte Chitin ist an den Stellen der Wachsabscheidung verhältnismäßig dick, stark mit schwarzem Pigment durchsetzt und sogar etwas behaart. Am auffälligsten ist jedoch, daß beide Zonen nicht, wie bei der Honigbiene, voneinander deutlich abgesetzt sind, sondern unvermittelt zusammenhängen (Taf. 1, Fig. 2a u. Taf. 2, Fig. 15a—d). Ganz so wie bei der Biene greifen die dorsalen Segmenthälften seitlich über die ventralen hinweg und sind durch eine leicht bewegliche Membran mit ihnen verbunden (Taf. 1, Fig. 2b).

Wie bei der Biene, so sind auch hier die Wachsplättchen immer paarig vorhanden, nur beim letzten Segment scheinen die beiden Paare zu einem einzigen Plättchen verschmolzen zu sein.

Rücksichtlich der Farbe — sie ist weißlich — kann man die Plättchen kaum von denen der Biene unterscheiden, ebenso scheint auch die Substanz die gleiche zu sein. Ein genaueres Resultat über die chemische Zusammensetzung dieser Wachsplättchen ist bisher nicht bekannt geworden, was bei den stets ganz geringen Mengen, die zur Verfügung stehen, sehr begreiflich ist.

Das zum Wabenbau verwandte Wachs sieht bei den Meliponen, wie bekannt, mehr oder weniger braun aus, weil es mit Harzen vermengt wird. Ich habe es noch einmal daraufhin untersuchen lassen, und es wurde mir gesagt, daß das Harz sehr an das der Coniferen erinnere.

Unter das Mikroskop gebracht, zeigen die Wachsplättchen eine lamellöse Struktur und eine deutliche polygonale Felderung, die ganz der des Chitins an diesen Stellen entspricht. Allem Anschein nach werden die Felder des Chitins durch leistenartige, unregelmäßig verlaufende Erhebungen gebildet, die dann als Vertiefungen in den Wachsplättchen sichtbar sind. An den Wachsplättchen der Bienen ist bekanntlich diese Felderung nicht nachweisbar, da das Chitin über den Drüsen spiegelglatt ist.

Während nun bei den Bienen die Wachsplättchen sowie auch deren Behälter, die sogenannten Wachstaschen, schon durch ihre ventrale Lage geschützt sind, scheinen bei den Meliponen die Verhältnisse viel ungünstiger zu liegen. Zwar ist die schwarze Zone eines jeden Segments samt den Wachsplättchen zu einem großen Teil von dem grünlich-gelben Teil des vorangehenden Segments überdeckt (Taf. 1, Fig. 2a), aber bei den Bewegungen der Tierchen

findet ein fortwährendes Aus- und Ineinanderschieben der Segmente statt, wodurch die Wachsplättchen dann frei liegen. Gleichwohl findet ein Abfallen der Plättchen wohl nur ausnahmsweise, etwa bei direktem Stoß an diese selbst, statt. Der Grund hierfür dürfte vielleicht darin zu suchen sein, daß einmal die Wachsplättchen infolge der oben beschriebenen Struktur verhältnismäßig fest aufliegen, zum andern darin, daß die hohe Temperatur, die in der Heimat dieser Tiere herrscht, das Wachs recht weich erhält und dadurch mehr klebrig macht.

IV. Lage und Beschreibung der Wachsdrüsen.

Die ausgeschiedenen Wachsplättchen bedingen das Vorhandensein zweckentsprechender Drüsen, die auf der dorsalen Seite des Abdomens zur Ausbildung gelangt sein müssen.

Die im Juni untersuchten Bienen schienen zunächst dieser Annahme zu widersprechen; denn die Hypodermis zeigte zwar die bekannten sechseckigen Zellen mit deutlichen Kernen, aber rücksichtlich ihrer Höhe unterschieden sie sich durchaus nicht von den benachbarten Zellen. Es war überhaupt sehr schwer, auch nur einigermaßen brauchbare Schnitte zu erhalten, denn das ohnehin sehr dicke Chitin erwies sich als hart und spröde. Sämtliche Befunde ließen aber darauf schließen, daß die untersuchten Individuen jedenfalls den ältern Stadien angehörten (Taf. 2, Fig. 15d u. Fig. 18).

Ein höchst erfreuliches Resultat ergaben dagegen die im Juli und August konservierten Exemplare, wenigstens soweit ich bei ihnen Wachsplättchen gefunden hatte.

Bei einem Exemplar fanden sich nämlich Wachsdrüsen, die zweifellos auf dem Höhepunkt der Entwicklung angelangt waren. Diese Drüsen zeigen eine überraschende Ähnlichkeit mit denen der Honigbiene, so daß man bei oberflächlicher Betrachtung beide miteinander verwechseln könnte, nur daß dieselben bei den Meliponen am Rücken, bei der Honigbiene dagegen an der Bauchfläche liegen. Die Figg. 15c u. 17, Taf. 2 zeigen eine solche dorsal gelegene Drüse vom dritten Segment, welches senkrecht in der Längsrichtung des Körpers durchschnitten ist. Ganz wie bei der Honigbiene stehen die palisadenartig nebeneinander gereihten hohen Zellen senkrecht auf dem Chitin.

Die einzelnen Zellen lassen eine deutliche Faserung erkennen und sind durch Zwischenräume voneinander abgesetzt. Die Kerne liegen nicht genau in der Mitte, sondern der innern Zellwand etwas

genähert. Endlich sei noch hervorgehoben, daß auch hier immer eine Anzahl von Zellen zu einer Gruppe angeordnet ist.

Die Drüsen liegen immer im vordern Teil der Segmente und treten nach vorn an manchen Stellen bis an den in der Zeichnung sichtbaren Chitinknoten (*chk*) heran. Nach hinten zu flachen sie sich rasch ab, und es folgt nun eine Gruppe verhältnismäßig sehr niedriger Zellen, die keinen Höhenunterschied erkennen lassen (Taf. 2, Fig. 15a—c, n).

An der Stelle aber, wo das Chitin ganz pigmentfrei und daher sehr durchsichtig ist, erheben sich die letzten Zellen dieser Gruppe allmählich und vermitteln so den Übergang zu der hintern Zellenschicht, die die grünlich-gelbe Zone (*gt*) bildet. Gleichzeitig läßt sich nämlich beobachten, wie an dieser Stelle grünlich-gelbe Farbkörper auftreten, deren Anzahl mit der Höhe der Zellen zunimmt.

Die Zellen der grünlich-gelben Zone weisen nur geringe Höhenunterschiede auf und sind so dicht mit Farbkörpern erfüllt, daß man ihre Wandungen sowie die Kerne oft nur schwer nachweisen kann. Im Gegensatz zu den Wachsdrüsenzellen, die mit zunehmendem Alter degenerieren und niedriger werden, behalten diese Zellen zeitlebens ihre ursprüngliche Höhe bei und zeigen auch sonst keine Veränderungen.

An Querschnitten ließ sich dann feststellen, wie die paarweise vorhandenen Drüsen an den einzelnen Segmenten gelagert und voneinander getrennt sind (Taf. 1, Fig. 2b). Am letzten Segment stoßen vorn beide Drüsen zusammen, nach hinten zu sind sie wieder etwas entfernt

Auch Schnitte von mehreren jungen Individuen konnten angefertigt werden (Taf. 2, Fig. 15a u. 16). Die Drüsen sind hier noch wenig entwickelt, denn die Zellen lassen trotz ihrer verhältnismäßig schon stattlichen Höhe nur eine deutliche Differenzierung in Kern und Cytoplasma erkennen. Von einer faserigen Struktur ist kaum etwas zu sehen, auch fehlen die Zwischenräume ganz, alles Erscheinungen, wie sie auch bei jungen Bienen festgestellt werden konnten.

Endlich fand ich auch mehrere Meliponen, bei denen die Drüsen rücksichtlich ihrer Höhe kaum von denen des eben genannten Stadiums abwichen, doch waren die Zwischenräume schon wie bei voll entwickelten Drüsen vorhanden (Taf. 2, Fig. 15b).

Bei der zuerst erwähnten Species konnte ich nur konstatieren,

daß die Drüsen degeneriert waren, doch war die Degeneration noch nicht soweit fortgeschritten wie bei dem erstgenannten Stadium von *Melipona quinque-fasciata.*

Somit habe ich zwei Stadien einer zunehmenden Entwicklung und ebenso zwei Stadien einer fortschreitenden Degeneration beobachtet und ziehe daraus den Schluß, daß die Wachsdrüsen nicht nur in Form und Bau, sondern auch in der Entwicklung denen der Honigbiene ähnlich sind und sich nur durch ihre dorsale Lage von diesen unterscheiden. Weiter habe ich nach den bisherigen Untersuchungen normal ausgebildete Drüsen immer nur an den vier letzten Segmentpartien gefunden, während die der beiden erstern in allen Stadien kaum die Höhe der gewöhnlichen Hypodermis überschreiten (Taf. 1, Fig. 2a). Bezüglich dieses Punkts möchte ich jedoch kein endgültiges Urteil abgeben, da ich nicht ausreichend Material hatte.

V. Poren im Chitin.

Zum Schluß sei auch die Frage nach dem Vorhandensein von Poren kurz erörtert. Betrachtet man einen Segmentabschnitt der ersten Species von der Fläche, so erblickt man schon bei mäßiger Vergrößerung zahllose dunkle Pünktchen auf hellerm Grunde. An senkrecht zur Fläche geführten Schnitten (Fig. 20, Taf. 2) sieht man aber dicht nebeneinander gelegene helle und dunkle Linien abwechselnd das Chitin durchsetzen. Die hellen Linien sind immer etwas breiter als die letztgenannten, und da, wo das Chitin außen zahnartig vorspringt, ist jedesmal eine weiße Linie etwas verbreitert. Die Frage, welche von den beiden Linien als Poren anzusprechen sind, möchte ich nach meinen Beobachtungen dahin beantworten, daß es sicher die dunkeln sind, denn nur in diese ist der Farbstoff öfter eingedrungen.

Bei *Melipona quinque-fasciata* gelangen obige Beobachtungen wegen der schon öfter erwähnten Dicke des Chitins nicht, wohl aber ließen die dunkeln Pünktchen sich gut an Kalilaugepräparaten wahrnehmen.

Zwar finden sich die Poren auch an andern Stellen der Segmente, doch dürfte ein derartiges Vorkommen nicht im Widerspruch mit der eben ausgesprochenen Ansicht stehen. Wo eben keine Drüsen vorhanden sind, kann auch kein Wachs ausgeschieden werden.

Anhang.

Wachsabsonderungen bei *Trigona*-Arten.

Um die Frage über Wachsabscheidung möglichst zu klären, zog ich noch einige *Trigona*-Species in den Kreis meiner Untersuchungen. Herr H. Friese in Jena hatte mir in liebenswürdiger Weise aus seiner Sammlung je ein Exemplar von *Trigona dorsalis*, *Tr. bipunctata*, *Tr. quadripunctata* und *Tr. mexicana* zur Verfügung gestellt.

Auch bei ihnen ließ sich die Wachsabscheidung auf der dorsalen Seite des Abdomens aufs deutlichste verfolgen; denn vom zweiten Segment an — vom ersten konnte ich nichts Genaueres ermitteln — fanden sich Wachsplättchen, die wegen ihrer ansehnlichen Ausdehnung meist schon ohne jede Vergrößerung gesehen werden konnten. Die bei *Melipona* erwähnte polygonale Felderung des Chitins und die derselben entsprechenden Abdrücke in den Wachsplättchen waren auch hier mit Leichtigkeit nachzuweisen. Bei stärkerer Vergrößerung erwiesen sich diese Abdrücke als sehr charakteristisch, so daß man aus der Größe der oben genannten Felder auch einen Schluß auf die Größe des Tiers machen konnte.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. H. v. Ihering in Saõ Paulo, welcher mir Spiritusmaterial übersandte, war es mir auch möglich, die Wachsdrüsen der Trigonen etwas genauer zu studieren.

Bei allen Exemplaren fand ich die Drüsen dorsal und zwar vom 2.—6. Segment gut ausgebildet. Es treten demnach bei den Trigonen 5 Wachsdrüsen in Tätigkeit.

Hinsichtlich des Baus weichen sie wohl kaum von denen der Meliponen ab. Genau wie bei diesen konnte eine fortschreitende Entwicklung und darauffolgende Degeneration nachgewiesen werden. Ich denke hierüber wie über die im nachfolgenden Abschnitt kurz wieder gegebenen Beobachtungen an anderer Stelle noch genauere Mitteilungen zu machen.

C. Wachsabscheidung bei sonstigen Apiden und einigen andern Insecten.

Wachsabscheidung bei andern Apis-Arten. Die Gattung *Apis* besitzt in Asien, besonders in Indien, noch mehrere

Vertreter, die gleichfalls Wachs in größern Mengen absondern. Es gehören dazu *Apis dorsata*, *Apis indica* und *Apis florea*. Von *Apis dorsata* sei nur erwähnt, daß ihre Arbeiterinnen die Größe einer Königin von *Apis mellifica*, die fertigen Waben nicht selten eine Ausdehnung von 1 m erreichen.

Wachsabsonderung bei Hummeln. Bei uns in Europa besitzen ferner noch die verschiedenen Hummelarten die Fähigkeit der Wachsausscheidung. Huber, Hoffer, Schmiedeknecht und Marshall beobachteten nur eine Absonderung des Wachses auf der ventralen Seite des Abdomens, während v. Buttel-Reepen auch die Abscheidung desselben auf der dorsalen Seite konstatiert. Auf dem Zoologen-Kongreß in Gießen konnte er aus der Friese'schen Sammlung (Jena) einige Hummeln zeigen, bei denen dorsal und ventral Wachslamellen zu sehen waren.

Auch mir ist es gelungen, die beiderseitige Wachsabscheidung zu beobachten. Besonders in der Zeit von Mitte April bis Ende Mai waren meine Untersuchungen von Erfolg begleitet. Ich habe in dieser Zeit die Königinnen verschiedener Hummelspecies untersucht und fast ausnahmslos Wachsplättchen beiderseits gefunden. Bei vielen Individuen war die Ablagerung so stark, daß ich die Wachsmassen schon mit bloßem Auge sehen konnte. Es ist mir deshalb ganz verwunderlich, daß die Wachsabsonderung auf der dorsalen Seite bisher so wenig beobachtet wurde.

Von den sechs Segmenten sind nach meinen Beobachtungen außer dem ersten alle übrigen an der Wachsabsonderung beteiligt, das zweite allerdings in geringerem Maße.

Die Wachsmassen finden sich nicht nur zwischen den Segmenten, sondern liegen auch noch den behaarten Teilen auf. Sucht man erstere abzuheben, so werden immer einige der eingeschlossenen Haare mit abgerissen. Die ganze Art der Abscheidung erinnert mehr an die bei Meliponen als bei Bienen.

Genau wie bei Bienen, Meliponen und Trigonen habe ich auch hier eine auf- und absteigende Entwicklung der Drüsen verfolgen können. Die Drüsen flachen sich bei den Hummeln nach hinten zu ganz allmählich ab und bedecken fast das ganze Segment, bei den Bienen und Meliponen sind sie dagegen scharf abgegrenzt.

Die einzelnen Drüsenzellen sind sechseckig gestaltet. Bei noch jungen Hummeln zeigen sie große Kerne, aber keine Zwischenräume, die jedoch mit fortschreitender Entwicklung deutlich hervortreten und immer größer werden.

Nach den Beobachtungen der letzten Jahre scheint indes die Fähigkeit der Wachsabscheidung nicht allein bei den sozialen, sondern auch bei einigen solitären Apiden vorzukommen. So berichtet H. v. Ihering (Biologie der stachellosen Bienen Brasiliens), daß sein Sohn Rudolf in seiner Sammlung ein Nest von einer solitären Biene besitze, das aus isolierten gedeckelten Tonzellen besteht, die an der Innenseite mit einer Wachsschicht überzogen sind.

v. Buttel-Reepen erhielt von der Insel Malta mehrere Exemplare von *Tetralonia ruficollis*, deren Weibchen zwischen den vier mittlern Dorsalsegmenten „Polster einer anscheinend fett- oder wachsartigen Masse“ zeigten. Die chemische Untersuchung ergab mit Bestimmtheit das Vorhandensein von Fett, während der Nachweis des Wachses der geringen Menge wegen nicht mit Sicherheit gelang.

Endlich erwähnt auch Möbius bei der Beschreibung des Nestes von *Centris surinamensis* (jetzt *Euglossa sur.* L.), einer Wespen-Art, eine Bekleidung der Zellwände mit einem Wachsüberzug. (Nach v. Ihering, in den Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg, 1848).

Wachsabscheidung in Form kleiner Haare. Keine Homologie besteht dagegen mit den bisher bekannten Wachsdrüsen der übrigen Insecten, deren biologische Bedeutung zudem eine gänzlich abweichende ist; denn während die oben genannten Arten das Wachs zum Aufbau ihrer Wohnung, ihrer Vorratskammern und zur Pflege der Brut verwenden, wird es bei vielen andern Insecten häufig während der Entwicklung oder auch im ausgebildeten Zustand als Schutzmittel gegen Nässe, Kälte oder Austrocknung in Form feiner Fäden ausgeschieden. Interessant ist aber, daß hier die Entwicklung der Wachsdrüsen in ganz ähnlicher Weise wie bei der Honigbiene erfolgt.

Bei der Gattung *Mindarus* erinnert sogar die Gestalt der Drüsenzellen an die bei den Honigbienen. Die Drüsenzellen erscheinen zuerst kubisch, um dann allmählich in die hochzylindrische Form überzugehen. Die einzelnen deutlich gegeneinander abgegrenzten Zellen sind wieder zu größern Bezirken vereinigt und von einer gemeinsamen, mit äußerst feinen Poren durchsetzten Cuticula überdeckt. Die das Secret absondernden Drüsen sind auch hier modifizierte Hypodermiszellen. Sie liegen wie bei der Honigbiene auf der ventralen Seite, sind aber auf das 5. und 6. Segment beschränkt. Ein

weiterer Unterschied zeigt sich darin, daß sie in zwei großen Gruppen, sogenannten Drüsenfeldern, lateral angeordnet erscheinen.

Auch bei den Aphiden und Psylliden sind die Drüsen aus umgewandelten Hypodermiszellen zusammengesetzt. Bei den Aphiden besteht nach WITLACZIL der Zellinhalt aus einer feinstreifigen, granulierten Substanz mit großem Kern. Die Zelle selbst ist wieder schlauchförmig gestaltet. Die Wachshaare werden bei den letztgenannten Arten in verschiedenen Längen ausgeschieden, was nach PAUL MAYER übrigens auch bei *Coccus cacti* zutrifft. Jedenfalls zeigen die angeführten Beispiele zur Genüge, daß die Wachsabscheidung, in welcher Form sie auch vor sich geht, durch drüsenartig umgestaltete Hypodermiszellen erfolgt, weshalb auch der von CLAUS zuerst dafür gebrauchte Ausdruck „Hautdrüsen" ganz bezeichnend ist.

Zusammenfassung der gefundenen Resultate.

1. Die Arbeiterinnen der Honigbiene scheiden das Wachs durch besonders ausgebildete Drüsen — „Hautdrüsen" — an den vier letzten Ventralplatten des Abdomens aus.

2. Die Anlagen der Wachsdrüsen sind bereits im Puppenstadium sichtbar, erreichen bei der ausgebildeten Biene einen gewissen Höhepunkt und degenerieren mit zunehmendem Alter allmählich.

3. Die Secretionsfähigkeit der Wachsdrüsen hängt mit dem Bau derselben innig zusammen.

4. Das Wachs gelangt durch die Poren auf die Außenseite der Spiegel, wo es sich in Form kleiner Plättchen ablagert.

5. Die Meliponen scheiden das Wachs durch besonders ausgebildete Drüsen an der dorsalen Seite des Abdomens aus.

6. Die Wachsdrüsen der Meliponen sind nicht nur in Form und Bau, sondern auch in der Entwicklung denen der Honigbiene ähnlich; beide unterscheiden sich demnach nur durch ihre Lage voneinander.

7. Die Trigonen scheiden das Wachs gleichfalls auf der dorsalen Seite des Abdomens und zwar durch das 2.—6. Segment ab.

8. An denselben Segmenten findet sich auch bei den Hummeln das Wachs; die Wachsdrüsen sind aber dorsal und ventral ausgebildet.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht versäumen, sowohl Herrn Prof. Dr. Korschelt für sein freundliches Entgegenkommen und seine tatkräftige Unterstützung meiner Bestrebungen, wie auch Herrn Dr. Meisenheimer, der mir stets in zuvorkommender Weise mit Rat und Tat zur Seite stand, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Desgleichen gebührt auch Herrn Lehrer Freudenstein in Marbach mein Dank, da er mir jederzeit bereitwilligst ausreichendes Material von seinem Bienenstand zur Verfügung stellte.

Literaturverzeichnis.

v. BERLEPSCH, A., Die Biene und ihre Zucht, Mannheim 1869.

BIEDERMANN, W., Über die Struktur des Chitins bei Insekten und Crustaceen, in: Anat. Anz., Vol. 21, 1902.

BRANDT, F. und J. RATZEBURG, Medicinische Zoologie, 2 Bde., Berlin 1829.

v. BUTTEL-REEPEN, H., Die stammesgeschichtliche Entwicklung des Bienenstaates, in: Biol. Ctrbl., Vol. 23, 1903.

CARLET, G., La cire et ses organes sécréteurs, in: Le Naturaliste 1890.

CLAUS, C., Über die wachsbereitenden Hautdrüsen der Insekten, in: SB. Ges. Beförd. ges. Naturw. Marburg, 1867.

COWAN, TH. W., The honey-bee, 1890, Übersetzung von C. GRAVENHORST, Braunschweig 1891.

DÖNHOFF, in: Bienenzeitung, Nördlingen 1851—55.

GRABER, V., Die Insekten, München 1877.

HOFFMANN, R. W., Zur Orientierung kleinster mikroskopischer Objekte, in: Z. wiss. Mikrosk., Vol. 15, 1898.

HOLMGREN, N., Über die morphologische Bedeutung des Chitins bei Insekten, in: Anat. Anz., Vol. 21, 1902.

HORNBOSTEL, H. CH., Neue Entdeckung, wie das Wachs von den Bienen kömmt, mitgetheilet von Melittophilo Theosebasto (Pseudonym), in: Hamburgische Vermischte Bibliothek, Vol. 2, 1744.

HUBER, F., Nouvelles observations sur les abeilles. Seconde édition. Paris et Génève 1814. Deutsch: Neue Beobachtungen an den Bienen von F. HUBER. Übersetzt von KLEINE, Einbeck 1856—59.

HUNTER, J., Observations on bee, in: Phil. Trans. Roy. Soc. London, Vol. 17, 1791—1796.

JANET, CH., Sur la morphologie du squelette des segments post-thoraciques chez les Myrmicides, Beauvais 1894.

John, Martin, Ein Neu Bienenbüchel. Freyberg 1691.

v. Ihering, H., Biologie der stachellosen Honigbienen Brasiliens, in: Zool. Jahrb., Vol. 19, Syst., 1904.

Latreille, M., Relatif à l'opinion de M. Huber fils, sur l'origine et l'issue extérieure de la Cire, in: Mém. Mus. Hist. nat. (Paris), Vol. 8, Paris 1822.

Leuckart, R. und Nitsche, Zoologische Wandtafeln, No. 27, Cassel.

Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden, in: Arch. Anat. Physiol., 1855.

Mayer, P., Zur Kenntnis von Coccus cacti, in: Mitth. zool. Stat. Neapel, Vol. 10, 1891—93.

Nüsslin, O., Zur Biologie der Schizoneuriden-Gattung Mindarus Koch, in: Biol. Ctrbl., Vol. 20, 1900.

Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere, Jena 1902.

v. Siebold, C. Th., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere, Berlin 1848.

Thorley, J., Melissologia, or, the female monarchy, London 1744.

Treviranus, G. R., Über die Bereitung des Wachses durch die Biene, in: Zeitschr. Physiol., Vol. 3, 1829.

—, Über die Entstehung der geschlechtlichen Individuen bei den Hymenopteren, besonders bei den Bienen, ibid.

Vogt, C. und E. Yung, Lehrbuch der vergleichenden praktischen Anatomie, Braunschweig 1888.

Vom Rath, O., Über die Hautsinnesorgane der Insekten, in: Z. wiss. Zool., Vol. 45, 1888.

Witlaczil, E., Zur Anatomie der Apiden, in: Arb. zool. Inst. Wien, 1882.

—, Die Anatomie der Psylliden, in: Z. wiss. Zool., V. 42, 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Erklärung der Abkürzungen:

dpl Dorsalplatten, *1. dpl* erste Dorsalplatte, *vpl* Ventralplatte, *1. vpl* erste Ventralplatte, *vh* Verbindungshaut, *wdr* Wachsdrüsen.

Fig. 1a. Sagittalschnitt durch das Abdomen einer Honigbiene. 20 : 1.

Fig. 1b. Querschnitt durch das Abdomen einer Honigbiene. 20 : 1.

Fig. 2a. Sagittalschnitt durch das Abdomen von *Melipona quinquefasciata*. 34 : 1.

Fig. 2b. Querschnitt durch das Abdomen von *Melipona quinquefasciata*. 34 : 1.

Tafel 2.

Erklärung der Abkürzungen:

bt behaarter Teil, *chf* Chitinfortsatz, *chk* Chitinknoten, *gt* grüngelber Teil, *h* Hypodermis, *sp* Spiegel, *vh* Verbindungshaut, *wdr* Wachsdrüsen, *n* flache Zellen.

Fig. 3. Längsschnitt durch die II. und III. Ventralplatte einer Honigbiene. 46 : 1.

Fig. 4. Teil der Wachsdrüse einer jungen Biene, von der Fläche gesehen. 360 : 1.

Fig. 5. Flächenansicht einer Drüse auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung. 360 : 1.

Fig. 6. Flächenansicht einer Drüse von einer ältern Biene. 360 : 1.

Fig. 7. Flächenansicht einer Drüse auf dem Höhepunkt der Entwicklung; ein Teil der Wachsdrüse ist entfernt, weshalb die Kerne und Membranen der Zellen fehlen. 360 : 1.

Fig. 8. Flächenansicht der Wachsdrüse von einer Königin. 360 : 1.

Fig. 9a—f. Sagittalschnitte durch je einen Spiegel mit aufliegender Wachsdrüse, von verschiedenen Altersstufen der Bienen. 78 : 1.

a In der Entwicklung begriffene Wachsdrüse einer jungen Biene.
b Weiter entwickelte Wachsdrüse.
c Wachsdrüse auf der Höhe der Entwicklung.
d In allmählicher Abnahme ihrer Tätigkeit.
e In starker Rückbildung.
f Im Zustande stärkster Degeneration.

Fig. 10—14. Sagittalschnitte durch die Wachsdrüsen der Bienen bei stärkerer Vergrößerung. Fig. 10 entspricht Fig. 9a, Fig. 11 entspricht 9b, Fig. 12 entspricht 9c, Fig. 13 entspricht 9d, Fig. 14 entspricht 9f. Zeiss, Oc. 2, Obj. DD.

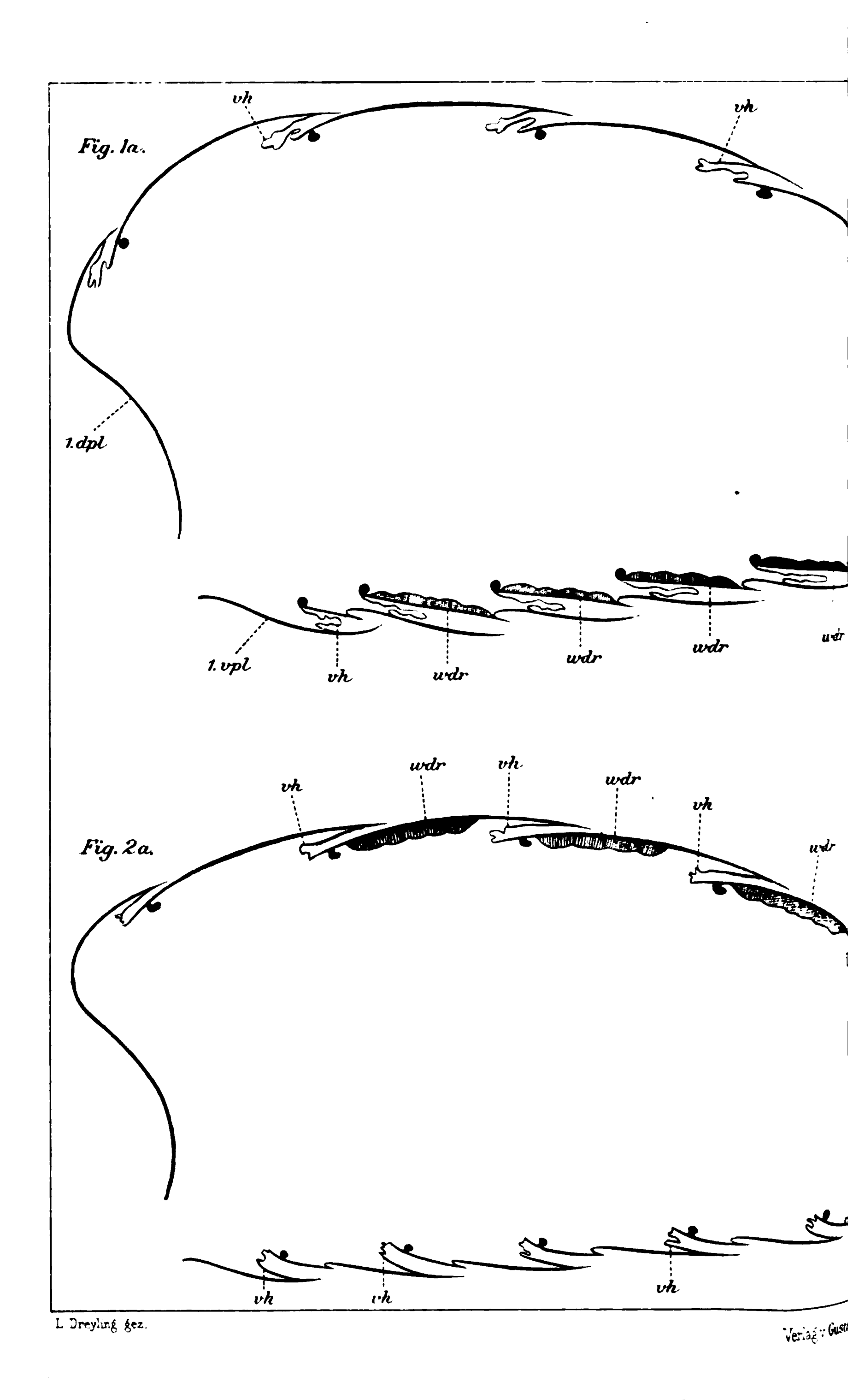
Fig. 15a—d. Sagittalschnitte durch die dorsal gelegenen Segmenthälften von verschieden alten Meliponen. 118 : 1.

a Wachsdrüse in der Entwicklung begriffen.
b Drüse weiter entwickelt.
c Drüse auf der Höhe der Entwicklung.
d Drüse in starker Rückbildung.

Fig. 16—18. Sagittalschnitte durch die Wachsdrüsen der Meliponen bei stärkerer Vergrößerung. Fig. 16 entspricht 15a, Fig. 17 entspricht 15c, Fig. 18 entspricht 15d. Zeiss, Oc. 2, Obj. DD.

Fig. 19. Schnitt durch den Spiegel der Honigbiene zur Demonstration der Poren. Zeiss, Comp. 4, homog. Imm. 1/12.

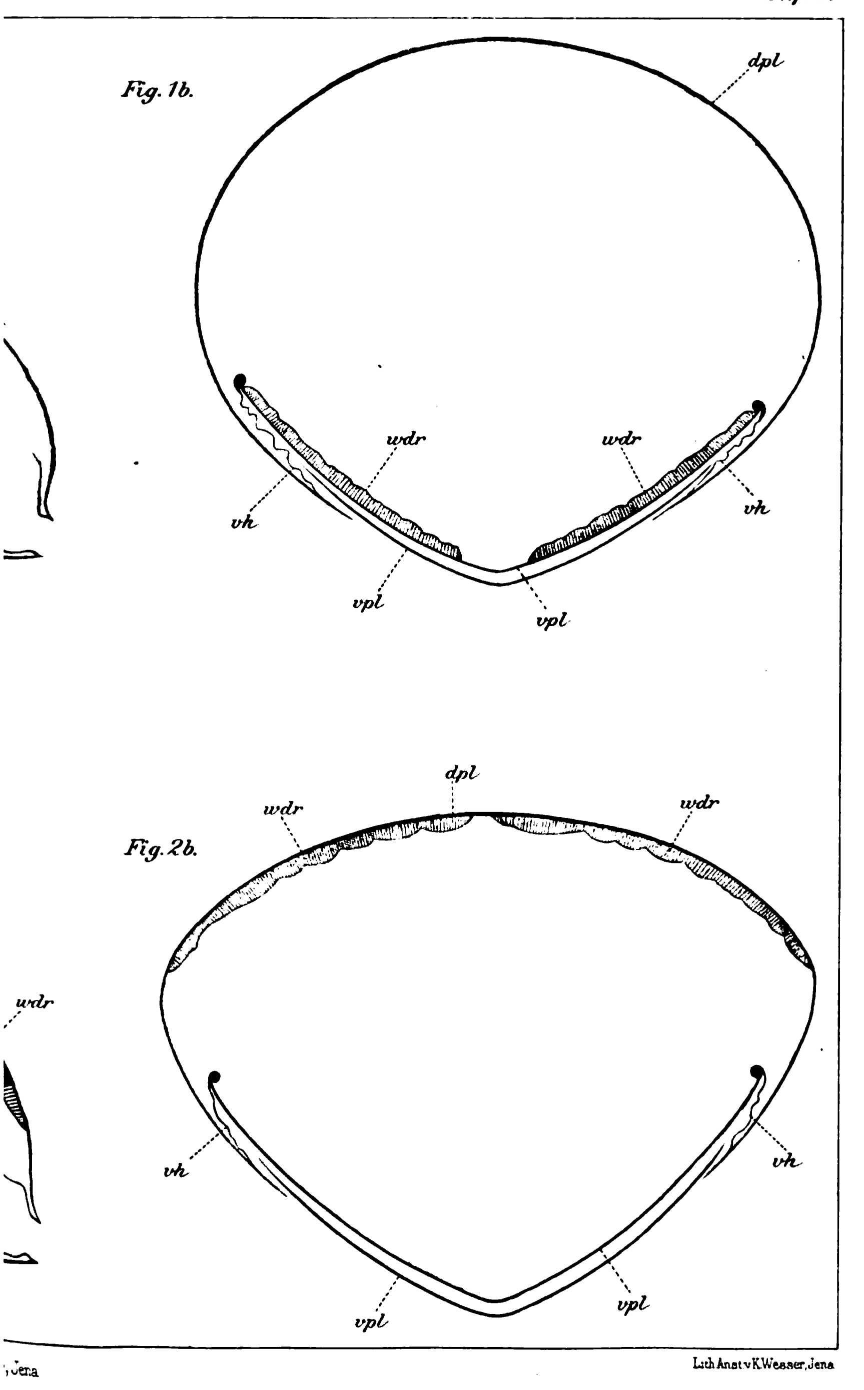
Fig. 20. Schnitt durch den Spiegel der *Melipona* zur Demonstration der Poren. Zeiss, Comp. 4, homog. Imm. 1/12.

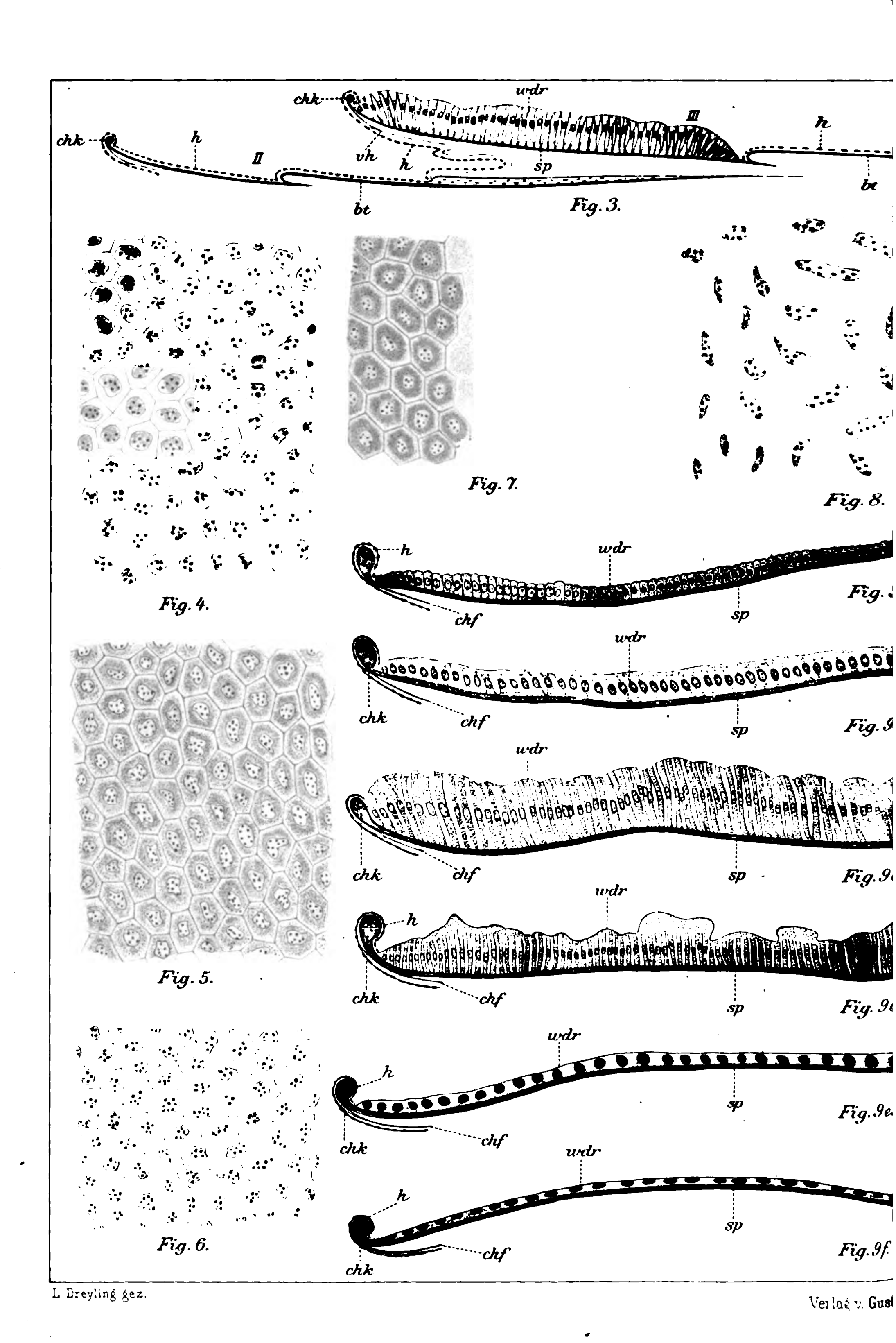


L. Dreyling gez.

Verlag v. Gust

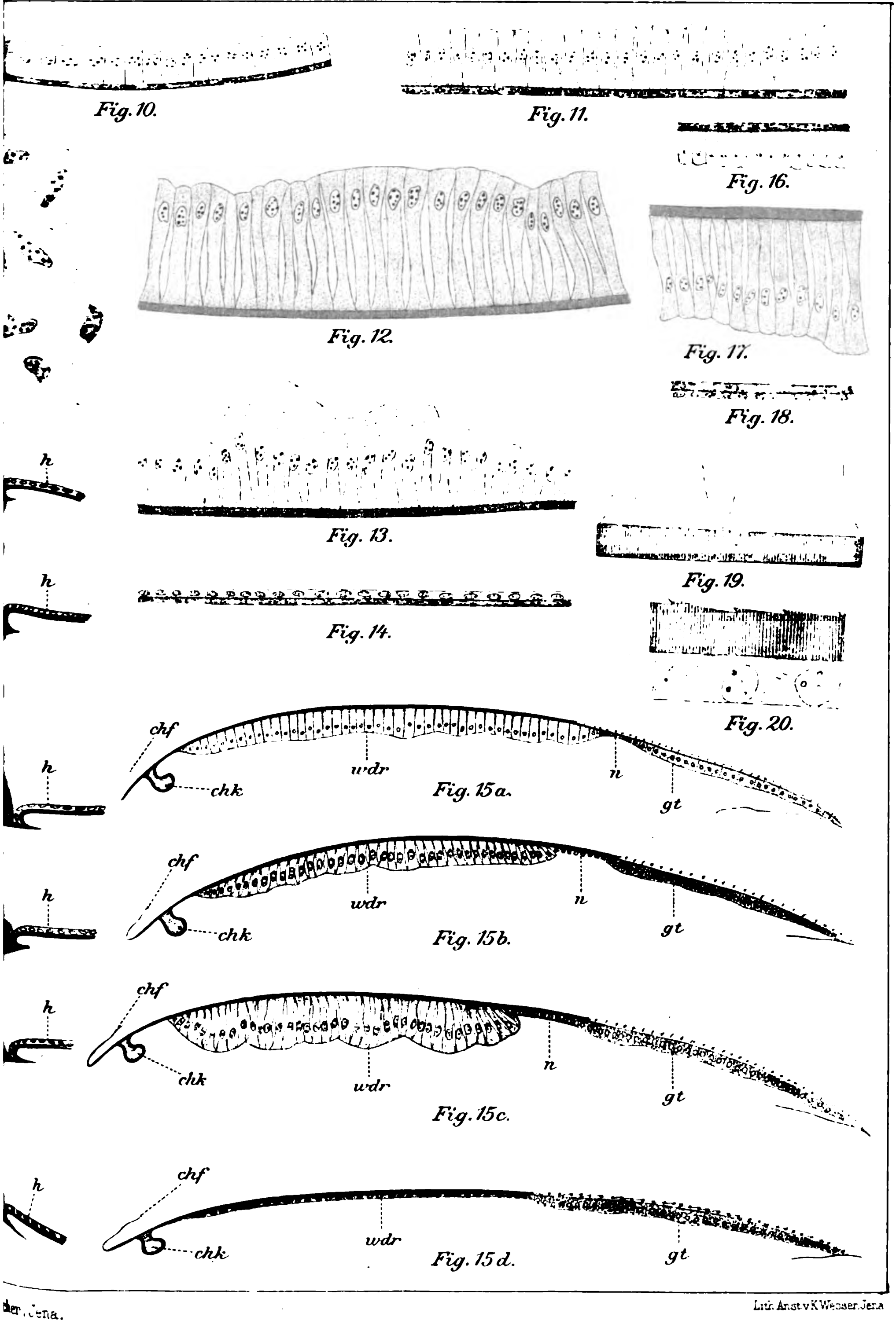
Taf. 1.


Fig. 1b.
dpl
wdr
wdr
vh
vh
vpl
vpl
Fig. 2b.
dpl
wdr
wdr
wdr
vh
vh
vpl
vpl
Jena
Lith Anst v K Wesser, Jena



L. Dreyling gez.

Verlag v. Gus



...her, Jena.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena

